

GILDO DE ARAÚJO SÁ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

**CONTRIBUIÇÃO À IMPLANTAÇÃO DE
UM NOVO PÓLO DE FERTILIZANTES
NO NORDESTE DO BRASIL**

**Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Engenharia**

**SÃO PAULO
2000**

GILDO DE ARAÚJO SÁ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

**CONTRIBUIÇÃO À IMPLANTAÇÃO DE
UM NOVO PÓLO DE FERTILIZANTES
NO NORDESTE DO BRASIL**

**Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia**

**Área de Concentração:
Engenharia Mineral**

**Orientador:
Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno**

**SÃO PAULO
2000**

Albuquerque, Gildo de Araújo Sá Cavalcanti de
Contribuição à implantação de um novo pólo de
fertilizantes no Nordeste do Brasil. São Paulo, 2000. 134 p

Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas.

1. Fertilizantes; 2. Pólo de fertilizantes no Nordeste;
3. Implantação de pólo; 4. Análises econômico-financeiras;
5. Mercado de fertilizantes. I. Universidade de São Paulo
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas.

A minha esposa Darcy e minhas filhas
Maria da Conceição e Luciana Maria,
com todo amor e carinho; a meu filho
Márcio José, com eterna saudade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno pelo apoio e incentivo dados ao longo do presente trabalho.

Aos Profs. Drs. Eduardo Camilher Damasceno, Celso Pinto Ferraz e José Renato Baptista de Lima, pelas excelentes sugestões, posteriormente incorporadas ao texto, dadas durante o Exame de Qualificação..

Aos Diretores do CETEM, Prof. Dr. Roberto C. Villas Bôas, pela sua visão de futuro, possibilitando a institucionalização do Convênio USP/CETEM, e Dr. Fernando A. Freitas Lins que deu continuidade ao mesmo.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Minas da EPUSP e do Instituto de Geociências da UNICAMP, pelos ensinamentos recebidos.

Aos meus companheiros do CETEM, aos meus colegas de pós-graduação, especialmente ao Dr. Carlos César Peiter, Coordenador do CES, pelo permanente apoio.

Ao Diretor do Grupo Galvani, Engenheiro Civil Rodolfo Galvani Junior, por ter permitido livre acesso a dados que foram da maior utilidade ao presente trabalho, bem como por diversas sugestões que enriqueceram o texto. Aos demais componentes do Grupo Galvani, especialmente ao Administrador de Empresas José Rossi Neto e ao Engenheiro Químico João Batista Almeida Medeiros, pelas informações técnicas e troca de idéias.

Aos Geólogos Gilson da Silva Liberal e José Roberto Abrahão, da Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda., pelo apoio na obtenção de dados sobre preços de fertilizantes e custos de transporte.

Ao Economista Gilberto Dias Calaes pelas sugestões e trocas de idéias quando da elaboração dos fluxos de caixa, das análises econômico-financeiras e da definição dos indicadores de decisão.

Às Bibliotecárias do CETEM Ana Maria Sá de Oliveira e Sônia Maria Mamede Lourenço e à Assistente de Biblioteconomia Andréa D.T. Batista, pelo apoio na etapa de pesquisa bibliográfica.

À Bibliotecária da EPUSP Maria Cristina Martinez Bonésio, pela revisão das referências bibliográficas.

Aos Assistentes em Ciência e Tecnologia do CETEM, Paulo Roberto dos Santos e Fátima Engel, pelo apoio na digitação e formatação definitiva do texto.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	i
Lista de Quadros.....	ii
Lista de Tabelas.....	iii
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Objetivos.....	viii
Metodologia.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E OS PRINCIPAIS NUTRIENTES.....	4
2.1. Fertilizantes Nitrogenados.....	6
2.1.1. Uréia.....	6
2.1.2. Nitrato de amônio.....	6
2.1.3. Nitrocálcio.....	7
2.1.4. Sulfato de amônio.....	8
2.2. Fertilizantes Fosfatados.....	8
2.2.1. MAP – Fosfato de monoamônio.....	8
2.2.2. DAP – Fosfato de diamônio.....	9
2.2.3. SSP – Superfosfato simples.....	10
2.2.4. TSP – Superfosfato triplo.....	10
2.2.5. Termofosfato.....	11
2.2.6. Fosfato natural parcialmente acidulado.....	11
2.3. Fertilizantes Potássicos.....	12
2.3.1. Cloreto de potássio.....	12
3. PRODUÇÃO E CONSUMO DE FERTILIZANTES.....	13

3.1. Produção e consumo de fertilizantes no mundo	13
3.2. Produção e consumo de fertilizantes no Brasil	18
3.3. Produção e consumo de fertilizantes no Nordeste do Brasil.....	22
4. A DISPONIBILIDADE NA REGIÃO NORDESTE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES.....	30
5. JUSTIFICATIVAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PÓLO DE FERTILIZANTES NO NORDESTE DO BRASIL	48
6. A CONCEPÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL DO NOVO PÓLO	56
6.1. Unidade de ácido sulfúrico	70
6.2. Unidade de ácido fosfórico	72
6.3. Unidade de acidulação e granulação	73
6.4. Unidade de fosfato bicálcico.....	76
7. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO NOVO PÓLO	78
8. ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS DO PROJETO INDUSTRIAL	89
8.1. Premissas básicas	97
8.2. Investimentos, Cronograma de Desembolsos e Custos Operacionais	101
8.3. Projeções dos Fluxos de Caixa	103
8.4. Análises de sensibilidade	106
8.5. Comentários sobre os resultados obtidos	108
9. IMPACTOS DO NOVO PÓLO DE FERTILIZANTES.....	109
9.1. Impactos sócio-econômicos	110
9.2. Impactos ambientais.....	116
10. CONCLUSÕES	120
11. BIBLIOGRAFIA	128

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Os elementos químicos essenciais para o crescimento das plantas 1
- Figura 2 – Fluxograma da produção de fertilizantes5
- Figura 3 – Localização de depósitos de fosfato e potássio, bem como de unidades produtoras de fertilizantes básicos no Nordeste do Brasil26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Reservas medidas de minério fosfático residual em Angico dos Dias (BA) e Caracol (PI)	40
Quadro 2 – Importações no Nordeste de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em t) – ano 1999	53
Quadro 3 – Importações no Nordeste de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em US\$) – ano 1999	53
Quadro 4 – Algumas comparações entre as opções <i>fly-in / fly-out</i> e construção de vila residencial	112

LISTA DE TABELAS

Tabela n.º	Título	Página
1	Consumo mundial de fertilizantes por País (Ano 1998)	13
2	Participação do Brasil na produção mundial de matérias-primas e produtos intermediários para a produção de fertilizantes. (Ano 1998)	14
3	Consumo mundial anual de fertilizantes por ha agricultável e por habitante (Ano 1998)	15
4	Distribuição aproximada das áreas de Cerrado no Brasil	19
5	Demanda brasileira de fertilizantes (em 10^3 t de nutrientes)	20
6	Balanço da oferta e demanda de fertilizantes no Brasil (projeções feitas em 1996)	21
7	Capacidade instalada de produção de matérias-primas para fertilizantes no Nordeste	24
8	Capacidade instalada de produção de produtos intermediários para fertilizantes no Nordeste	25
9	Produção nordestina de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em t/ano)	25
10	Consumo de fertilizantes no Nordeste, expresso em toneladas(*) Período 1995/1999	27
11	Projeção de crescimento do consumo de fertilizantes (1999-2008)	28
12	Projeções de consumo de fertilizantes no Nordeste, para os anos 2003, 2007 e 2010 (em 10^3 t)	29
13	Distribuição dos tipos de minério residual	34
14	Sumário dos resultados de separação magnética no apatitito	36
15	Sumário das principais características do material deslamado	37
16	Características dos concentrados finais de flotação	38
17	Composição química da amostra representativa do minério fosfático residual de Angico dos Dias/Caracol	41
18	Cronograma de desembolso para a implantação da mineração em Angico dos Dias (em R\$ 1.000,00)	45

19	Previsão de custos operacionais para a produção de concentrado fosfático em Angico dos Dias/Caracol	47
20	Preços calculados e preços reais, em Petrolina/Juazeiro, de alguns fertilizantes importados – Ano 1999	54
21	Rebanho brasileiro – Evolução anual	58
22	Rebanho nordestino – 1997	59
23	Demanda brasileira estimada para consumo de fosfato bicálcico (em 10 ³ toneladas de produto)	50
24	Consumo em toneladas de alguns produtos fosfatados no Nordeste Anos 1999 e 2003 (previsão)	61
25	Produção e consumo de produtos intermediários e fertilizantes básicos previstos para o novo pólo a ser implantado (em t/ano)	63
26	Quantidades de produtos finais previstas para produção no novo pólo de fertilizantes no Nordeste e consumo das matérias-primas (em t/ano)	66
27	Necessidades e custos de matérias-primas para o novo pólo de fertilizantes, incluindo embalagens previstas para o produto final.	67
28	Estimativas de investimentos e custos para implantação e operação do novo pólo de fertilizantes a ser instalado no Nordeste	69
29	Estrutura de mercado a ser usada no estudo das alternativas de localização do futuro pólo	79
30	Despesas de transporte rodoviário com o suprimento de matérias-primas básicas até o local de processamento.	81
31	Despesas operacionais nas unidades de processamento (em R\$/ano)	81
32	Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Angico dos Dias	82
33	Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais, nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Pilão Arcado	83
34	Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Petrolina/Juazeiro	84
35	Despesas de transporte e operacionais anuais relativas às três opções estudadas (em R\$)	85

36	Investimentos e custos gerais de transporte e operacionais, nas 6 alternativas estudadas (em R\$)	87
37	Despesas totais de produção e sua distribuição por setores produtivos (em % e em R\$ 1.000,00/ano)	90
38	Parâmetros de produção e custos dos produtos (em R\$/t)	91
39	Comparação entre preços de produtos fosfatados em Petrolina/Juazeiro, custos previstos no novo pólo de fertilizantes e preços de venda sugeridos para os novos produtos (em R\$/t)	92
40	Demonstrativo de resultados	95
41	Cronograma referencial de desembolso para a implantação do complexo químico (em R\$ 1.000,00)	96
42	Cronograma de desembolsos na mina e no complexo químico	97
43	Utilização da capacidade instalada nas Hipóteses A e B	98
44	Premissas, hipóteses e parâmetros adotados no modelo de avaliação	100
45	Composição do investimento total	101
46	Cronograma de desembolsos nas Hipóteses A e B (em R\$ mil)	102
47	Composição do custo operacional nas Hipóteses A e B	102
48	Simulação de fluxo de caixa Hipótese A (em R\$ 1.000,00)	104
49	Simulação de fluxo de caixa Hipótese B (em R\$ 1.000,00)	105
50	Sensibilidade da TIR a variações no preço de venda	107
51	Sensibilidade da TIR a variações no custo operacional	107
52	Sensibilidade da TIR a variações no investimento total	107
53	Comparação entre o faturamento bruto do novo pólo, a preços sugeridos, e o faturamento bruto, calculado a preços vigentes em Petrolina/Juazeiro, em agosto de 1999 (valores de faturamento em R\$ 1.000,00)	115

RESUMO

O presente trabalho objetiva trazer subsídios à real possibilidade de implantação de um novo pólo de fertilizantes no Nordeste do Brasil. Este novo pólo tem como sua principal característica a viabilidade de utilização de matérias-primas regionais (a exceção do enxofre), contribuindo também para evitar o uso de moedas fortes na aquisição de fertilizantes necessários à expansão da agricultura regional.

Inicialmente são feitos alguns comentários abrangendo os três maiores nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). A seguir, são sinteticamente abordadas as produções e o comércio de fertilizantes no mundo, no Brasil e no Nordeste do Brasil, mostrando, no último caso, a carência de fosfatados e a importância de produção autóctone, principalmente levando-se em conta os diversos projetos agrícolas previstos, tanto em programas de governo, quanto em investimentos privados.

São posteriormente discutidas, em capítulos especialmente dedicados a tais apreciações, as possíveis fontes regionais de matérias-primas, bem como a formatação e localização do pólo previsto, em função das condições de mercado vigentes na Região.

Complementando os estudos realizados, são feitas análises econômico-financeiras do projeto aqui delineado, permitindo a definição de sua viabilidade, aliada à oportunidade do investimento e ao largo alcance social advindo de sua implantação. Como parte final estão incluídas considerações sobre os diversos impactos oriundos da implantação do novo pólo de fertilizantes, além de conclusões sobre o tema abordado na Tese.

ABSTRACT

The goal of the present work is to subsidize a real possibility of implementing in the Brazilian Northeast a fertilizers production pole. Its main characteristic is to become viable the use of regional raw materials (except sulfur) and, also contributing to avoid the expenditure of hard currency in the acquisition of the needed fertilizers to improve the regional agriculture.

The paper begins with some considerations including the three larger nutrients as nitrogen, phosphorus and potassium. In a resumed form is approached the production and trade of fertilizers in the world, in Brazil, as well as in the Northeast of Brazil, showing, in the last case, the deficiency of phosphate products and the importance of autochthonous production, mainly taking into account the several foreseen agricultural projects, so much in government's program as in private investments.

Later on are focused in chapters especially dedicated, the sources of possible raw materials, the location and types of industrial units of the foreseen pole, contingent to the effective market's conditions of the Region.

Complementing the accomplished studies, economic-financial analysis of the project are made showing the definition of its viability, the investment opportunity and the social importance that will certainly appears after materialization. As final part are included considerations on the several impacts originating from the construction of the new pole of fertilizers, besides conclusions on the theme approached in the Thesis.

OBJETIVOS

O primeiro objetivo do presente trabalho foi analisar a possibilidade de mineração de novas fontes de fosfato na Região Nordeste do Brasil, a partir de dados geológicos e tecnológicos já conhecidos. O segundo objetivo, o qual originou o tema de tese, foi estudar a viabilidade de um novo pólo de fertilizantes naquela Região, preferencialmente no interior, utilizando o superávit de nitrogênio e potássio, cuja produção regional supera em muito a demanda existente.

Considerando que o crescimento da agricultura naquela Região é mais acentuado nas áreas irrigadas do semi-árido, a análise da viabilidade de interiorização da indústria de fertilizantes, vem inclusive ao encontro das metas previstas no Plano Plurianual de Governo (PPA-2000). Saliente-se que o novo conceito de eixos de desenvolvimento, privilegia para o Nordeste o chamado Eixo São Francisco, exatamente pelas possibilidades agrícolas no entorno do mesmo.

Atualmente, com exceção do superfosfato simples (SSP) produzido pela CIBRAFÉRTIL em Camaçari-BA, e pela Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., em Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste)-BA, ambas utilizando parcialmente, a partir de 1998, concentrado fosfático produzido em Irecê-BA, todos os demais produtos fosfatados consumidos no Nordeste são alóctones. Somente as importações de outros países superam US\$ 50 milhões anuais.

Visando ao estudo pretendido, foi inicialmente levantada a disponibilidade na Região Nordeste de matérias-primas para a produção de fertilizantes fosfatados, bem como definidas as produções da mina e do complexo industrial projetado. A produção mineral foi determinada em função das reservas melhor conhecidas e do possível mercado, enquanto o perfil produtivo das unidades químicas obedeceu à demanda de produtos fosfatados, mais previsível em futuro próximo.

Objetivou-se, ainda, com a realização de análises econômico-financeiras, demonstrar que o novo pólo seria lucrativo, possibilitando o interesse de empresários do setor de fertilizantes. Pretendeu-se, também, realçar a importância social de todo o projeto, a qual, aliada à viabilidade tecnológica de minimizar os impactos ambientais decorrentes, inserem o novo pólo no rol de empreendimentos mais propícios ao desenvolvimento sustentável do Nordeste.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico inicial abrangeu as informações disponíveis sobre produção e consumo de fertilizantes, particularizando-se o melhor conhecimento de tais parâmetros na Região Nordeste do Brasil. Paralelamente, foram pesquisadas as fontes bibliográficas contendo dados geológicos e tecnológicos sobre as diversas ocorrências e/ou jazidas de fosfato na mesma Região. Dos estudos realizados adquiriu solidez a constatação da viabilidade de lavra da jazida de fosfato localizada em Angico dos Dias/Caracol (BA/PI) e a possibilidade de implantar um pólo de fertilizantes contendo os principais macronutrientes N, P e K.

Após determinação da tonelagem anual de concentrado a ser produzida na jazida, em função de suas características geológicas e tecnológicas, foi fixado o melhor perfil produtivo do complexo químico, tendo em vista as necessidades do mercado a ser atendido. O estudo do mercado de fertilizantes, principalmente as perspectivas para os próximos anos, utilizou os dados estatísticos disponíveis, bem como as informações coletadas junto a produtores e consumidores regionais. Sabendo-se as origens das diversas matérias-primas, bem como a destinação final mais provável dos produtos fosfatados, foi determinada a localização do complexo químico.

Considerando que a mineração tem como uma de suas principais características a rigidez locacional, a localização do novo pólo de fertilizantes tornou-se uma função direta das melhores condições de investimentos e custos encontrados para a implantação do complexo químico. O cálculo para a fixação do local levou em conta os custos de aquisição e transporte das matérias-primas, os investimentos para implantação das unidades industriais, o custo operacional das mesmas e as despesas previstas para acesso ao mercado. A otimização dos fatores envolvidos, aliada a algumas importantes características locais, apontou a cidade de Juazeiro-BA como a opção mais indicada.

Em seguida, com base nos dados obtidos, foram feitas análises econômico-financeiras interessando o novo pólo, bem como discriminados os mais importantes impactos decorrentes da mineração do fosfato e da sua posterior industrialização. Os resultados encontrados asseguram que o novo pólo é viável, tanto sob o ponto de vista econômico-financeiro, quanto sob os aspectos ambiental e social.

1. INTRODUÇÃO

As substâncias e/ou produtos que fornecem aos vegetais os nutrientes imprescindíveis ao seu crescimento e à sua produtividade são chamados de fertilizantes. Os componentes dos fertilizantes (Figura 1) podem ser divididos em quatro categorias fundamentais: macronutrientes naturais [carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O)]; macronutrientes primários [nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)]; macronutrientes secundários [cálcio (Ca), enxofre (S) e magnésio (Mg)] e micronutrientes [boro (B), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu) ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn)]. Enquanto os macronutrientes não naturais, principalmente os primários, são utilizados em maiores proporções, da ordem de quilos por hectare, os micronutrientes, como o nome indica, são medidos em gramas por hectare.

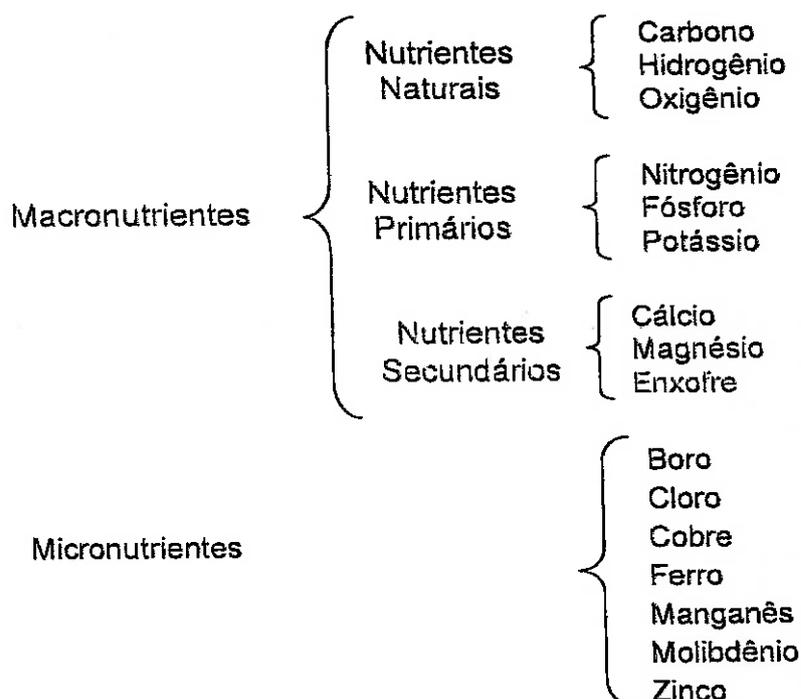


Figura 1 – Os elementos químicos essenciais para o crescimento das plantas.

É óbvio que a disponibilidade local de recursos naturais, requeridos na produção de fertilizantes, determina a capacidade de produção interna dos mesmos. A dimensão do consumo porém, é mais fortemente determinada pela maior ou menor expressão agrícola e pela capacidade econômica dos países.

Também fica claro que a produção local, quando possível, permite a poupança de divisas na importação de fertilizantes.

Desta forma, a primeira etapa de um programa nacional de fertilizantes deve ser o conhecimento geológico dos recursos disponíveis, seguindo-se a avaliação da infra-estrutura existente que interferirá nos custos do produto e poderá definir vantagens e desvantagens do binômio produção versus importação.

No Brasil, por exemplo, a produção de concentrados fosfáticos, a partir de minério apatítico, contido em chaminés alcalinas, é normalmente mais cara do que a obtenção de concentrados a partir de fosforitas (por exemplo E.U.A. e África do Norte).

Considerando, no entanto, a localização dos depósitos brasileiros, próxima à fronteira agrícola doméstica, torna-se viável seu aproveitamento, inclusive por utilizar tecnologia nacional, desenvolvida para os mesmos.

O produto importado, embora mais barato na origem, agrega não só o frete marítimo internacional, como, ainda, os custos portuários de internação, além do frete terrestre, predominantemente rodoviário, até os locais de uso no interior do país. A determinação da viabilidade de exploração de uma jazida depende, portanto, de condições locais que necessitam estudo caso a caso.

Considerando que o preço final dos fertilizantes, em condições normais de comércio, é função do transporte de grandes massas a longas distâncias, fica evidente que soluções regionais para sua produção, quando possíveis, são da maior importância, servindo inclusive como proteção a concorrências externas pouco ortodoxas, que utilizam subsídios disfarçados ou explícitos.

Saliente-se neste caso a divulgação pelo JORNAL DO BRASIL (12/09/99) de que, somente em 1998, a Europa subsidiou diretamente sua agricultura em US\$ 60 bilhões e, indiretamente, em US\$ 180 bilhões, mediante uma política de preços elevados, dando um total que correspondeu praticamente a 80% do orçamento anual da União Européia.

Tal realidade se soma a alguns outros exemplos, citados por PINAZZA e ARAÚJO (1993): o custo do açúcar de beterraba e de milho (sustentado pelos

governos dos países ricos) é quase o triplo do açúcar de cana; o álcool de milho, utilizado cada vez mais no *gasohol* americano, custa 2,2 vezes mais que o etanol brasileiro; a título de proteger os produtores da Flórida, os Estados Unidos taxam em mais de US\$ 500.00 a tonelada de suco de laranja brasileiro. A França subsidia metade do custo do frango lá produzido, para concorrer com o frango brasileiro no Oriente Médio. Na Suíça, o agricultor recebe 80 centavos de dólar, em subsídios, para cada dólar de renda auferido.

Estes fatos concretos, além de tantos outros pouco divulgados pela mídia, ajudam a explicar o fracasso da Rodada do Milênio, realizada em Seattle, nos Estados Unidos, em novembro de 1999, patrocinada pela Organização Mundial do Comércio, na qual os países em desenvolvimento tentaram, sem sucesso propor medidas para diminuir ou extinguir o protecionismo dado pelos países desenvolvidos aos seus próprios *agribusinesses*.

Um dos poucos nichos de difícil protecionismo interno, por parte dos países ricos, é a importação de frutas tropicais. Podem ser aplicadas, aí sim, outros tipos de barreiras (normas de qualidade, padrões fitossanitários, dentre outros), tendo em vista beneficiar determinados produtores preferenciais. Tais entraves, porém, em sua grande maioria, podem ser tecnicamente resolvidos.

A Região Nordeste do Brasil, mormente em seus perímetros irrigados, reúne todas as condições para ser internacionalmente competitiva na produção de frutas variadas, além de poder substituir, com o uso adequado de fertilizantes, a importação de produtos agrícolas de grande consumo, vindos de outras regiões.

A interiorização da produção de fertilizantes no Nordeste do Brasil, proporcionada pelas condições a serem abordadas no presente trabalho, será um fato marcante no desenvolvimento sustentado do semi-árido nordestino.

O trinômio terras agricultáveis/disponibilidade próxima de fertilizantes/mão-de-obra abundante, constitui, sem qualquer dúvida, um quadro por demais promissor para o futuro da Região.

2. A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E OS PRINCIPAIS NUTRIENTES

Muito embora fertilizantes ou adubos naturais tenham lugar na produção agrícola, somente os produtos industrializados, em níveis elevados, aliados a outros fatores, tais como melhor manejo do solo, mecanização agrícola, aplicação adequada de defensivos agrícolas e desenvolvimento de semente selecionadas, é que têm permitido o extraordinário crescimento da agricultura em escala mundial.

A Figura 2 mostra um fluxograma da produção industrial de fertilizantes, permitindo a visualização da seqüência de transformação de matérias-primas em produtos intermediários, seguindo-se os fertilizantes básicos mais freqüentes e as misturas de formulação N-P-K.

Como matérias-primas básicas figuram a amônia (NH_3), a rocha fosfática [concentrado de $\text{CaF}_2(\text{PO}_4)_6$] e o enxofre (S). Como matérias-primas intermediárias ou produtos intermediários aparecem o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido fosfórico (H_3PO_4) e o ácido nítrico (HNO_3).

Os fertilizantes básicos podem ser assim relacionados: MAP ou fosfato de monoamônio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), DAP ou fosfato de diamônio [$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$], SSP ou superfosfato simples [$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$], TSP ou superfosfato triplo [$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$], termosfosfato (misturas), fosfato natural parcialmente acidulado (rocha fosfática com ácido sulfúrico), uréia (NH_2CONH_2), nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrocálcio (mistura de nitrato de amônio com pó calcário), sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] e cloreto de potássio (KCl).

A partir dos fertilizantes básicos são feitas as misturas e/ou produtos granulados de formulação N-P-K. As formulações são normalmente expressas por 3 números como, por exemplo: 4:14:8; o primeiro número fornece o teor de nitrogênio do fertilizante, medido em N, o segundo dá o teor de fósforo, medido em P_2O_5 e o terceiro equivale ao teor de potássio, medido em K_2O .

No caso do fósforo existe também a medida em BPL (*Bone Phosphate of Lime*), pouco usada atualmente. A correlação para passagem do teor em BPL para P_2O_5 é dividir o teor em BPL por 2,184. Quanto ao potássio a relação

entre K_2O e KCl é obtida multiplicando-se por 1,6 o teor em K_2O para se obter o valor em KCl .

A seguir serão melhor detalhadas as principais reações que originam os diversos fertilizantes anteriormente relacionados, bem como suas especificações e aplicações.

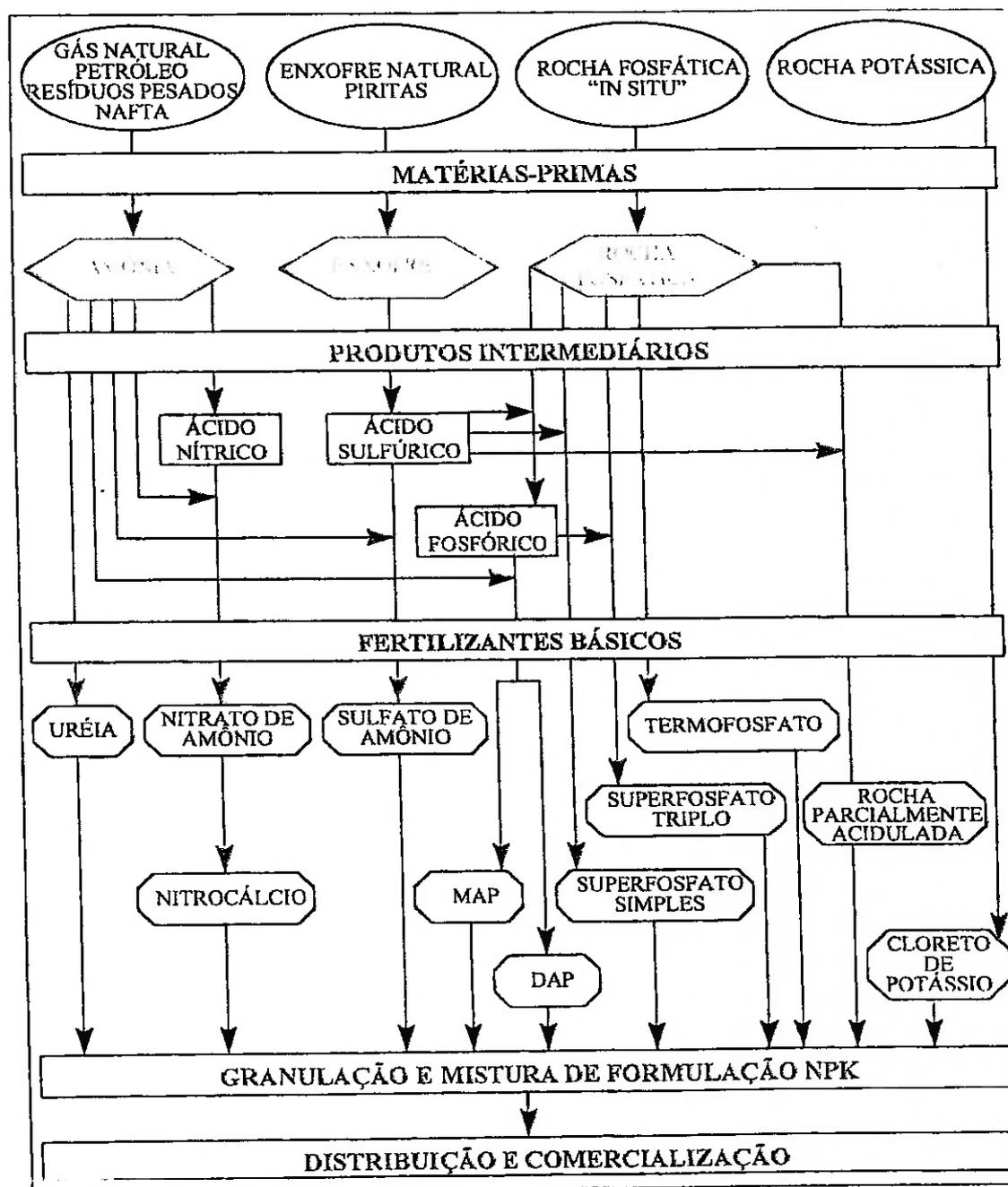


Figura 2 - Fluxograma da produção de fertilizantes.

Fonte: PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ (Ano 1992) - Modificado.

2.1. Fertilizantes Nitrogenados

Os principais fertilizantes nitrogenados são: uréia, nitrato de amônio, nitrocálcio e sulfato de amônio

2.1.1 - Uréia

NOME DO PRODUTO: Uréia

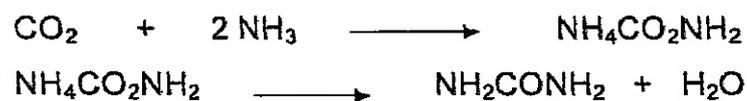
NOME COMERCIAL: Uréia

NCM: 3102.10.02

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: NH_2CONH_2

PRINCIPAIS REAÇÕES:



APLICAÇÕES E USOS: A uréia tem seu principal emprego como fertilizante, mas pode-se mencionar sua importância nas rações animais, como suplemento protéico e nas resinas plásticas, em combinação com o formaldeído e furfural.

ESPECIFICAÇÕES:

Discriminação	Uréia fertilizante (Nitrofertil)	Uréia técnica e pecuária (Nitrofertil)	Ultrafertil
Nitrogênio	45% mín	46% mín	46,3% mín
Biureto	0,90% máx	0,60% máx	1,20% máx
Umidade	0,30% máx	0,25% máx	0,30% máx
Granulometria	90% mín	96% mín	96% mín
Amônia livre	150 ppm	200 ppm	-
Óleo	0,3% mín	-	-

2.1.2 – Nitrato de amônio

NOME DO PRODUTO: Nitrato de amônio

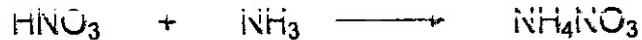
NOME COMERCIAL: Nitrato de amônio

NCM: 3102.30.00

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: NH_4NO_3

PRINCIPAL REAÇÃO: É um produto formado pela reação



APLICAÇÕES E USOS: Além do seu vasto uso como fertilizante, tem grande aplicação na indústria de explosivos. Por ser altamente higroscópico, recebe a mistura de um antiaglomerante, geralmente a argila.

ESPECIFICAÇÕES:

Teor de nitrogênio - 34%

2.1.3 – Nitrocálcio

NOME DO PRODUTO: Nitrocálcio

NOME COMERCIAL: Nitrocálcio

NCM: 3102.90.00

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: Mistura

PRINCIPAL REAÇÃO: Mistura de solução concentrada de nitrato de amônio, à quente, com 20% carbonato de cálcio (calcário dolomítico) em pó fino, em reator agitado, seguindo-se secagem e granulação.

APLICAÇÕES E USOS:

100% para fertilizante.

ESPECIFICAÇÕES:

N solúvel em citrato	27,0%
Calcário dolomítico	20,0%
Nitrato de cálcio	0,99%
CaO	7,0% máximo
MgO	3,0% máximo
Umidade	1,3% máximo
Granulometria	72,0% passante em peneira de 1 mm

2.1.4 – Sulfato de amônio

NOME DO PRODUTO: Sulfato de amônio

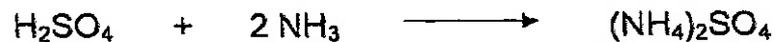
NOME COMERCIAL: Sulfato de amônio

NCM: 3102.21.00

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

PRINCIPAL REAÇÃO: É um produto secundário formado pela reação:



APLICAÇÕES E USOS:

100% para fertilizante.

ESPECIFICAÇÕES:

Discriminação	% em peso máx	
	Metacril	Nitrocarbono
Sulfato de amônio	98,0	99,5
Água	0,5	0,5
Acidez livre em H_2SO_4	0,2	0,2
Nitrogênio	20,0	21,0
Ferro	-	0,002
Cloretos	-	0,2

2.2. Fertilizantes Fosfatados

Os principais fertilizantes fosfatados são: fosfato de monoamônio, fosfato de diamônio, superfosfato simples, superfosfato triplo, termofosfato e fosfato natural parcialmente acidulado.

2.2.1 – MAP - Fosfato de monoamônio

NOME DO PRODUTO: Fosfato de monoamônio

NOME COMERCIAL: MAP

NCM: 3105.40.00

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

PRINCIPAL REAÇÃO:



APLICAÇÕES E USOS: Uso como fertilizante para aplicação direta no solo, em pó, para misturas N-P-K granuladas e para granulados N-P-K.

ESPECIFICAÇÕES:

11% nitrogênio

52 a 55% P_2O_5

acidez livre: 0,5%

2.2.2 – DAP - Fosfato de diamônio

NOME DO PRODUTO: Fosfato de diamônio

NOME COMERCIAL: DAP

NCM: 3105.30.01

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

PRINCIPAL REAÇÃO:



APLICAÇÕES E USOS: Uso como fertilizante para aplicação direta no solo, em pó, para misturas N-P-K granuladas e para granulados N-P-K.

ESPECIFICAÇÕES (Granulado Ultrafertil - grau fertilizante):

Teor de N mínimo = 18% em peso

Teor de P_2O_5 mínimo = 0,3%

Umidade máxima = 0,3%

Ácido livre (fosfórico) = 0,1% máx.

2.2.3 – SSP – Superfosfato simples

NOME DO PRODUTO: Superfosfato simples (SSP)

NOME COMERCIAL: Supersimples

NCM: 3103.10.01

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

PRINCIPAL REAÇÃO:



APLICAÇÕES E USOS: 100% como fertilizante.

ESPECIFICAÇÕES:

P_2O_5 solúvel em água - 18% em peso

P_2O_5 solúvel em citrato - 20% em peso

P_2O_5 total - 21,5% em peso

2.2.4 – TSP – Superfosfato triplo

NOME DO PRODUTO: Superfosfato triplo (TSP)

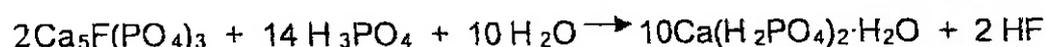
NOME COMERCIAL: Supertriplo

NCM: 3103.10.03

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: mistura cujo componente útil é $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

PRINCIPAL REAÇÃO:



APLICAÇÕES E USOS: 100% como fertilizante.

ESPECIFICAÇÕES:

P_2O_5 solúvel em água = 42% em peso

P_2O_5 solúvel em citrato = 46% em peso

P_2O_5 total = 47,5% em peso

2.2.5 – Termofosfato

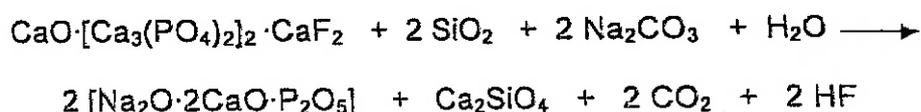
NOME DO PRODUTO: Termofosfato

NOME COMERCIAL: Termofosfato

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: mistura de 1) fosfato duplo de cálcio e outro metal alcalino ou alcalino-terroso; 2) óxido de cálcio; 3) sílica; 4) outros óxidos de rocha fosfática

PRINCIPAL REAÇÃO: No caso do uso de barrilha (Processo Rhenania)



APLICAÇÕES E USOS: 100% como fertilizante.

ESPECIFICAÇÕES:

P₂O₅ solúvel em citrato = 16,5% em peso

2.2.6 – Fosfato natural parcialmente acidulado

NOME DO PRODUTO: Fosfato natural parcialmente acidulado

NOME COMERCIAL: Fosfato natural parcialmente acidulado

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: Mistura a partir da rocha fosfática

PRINCIPAL REAÇÃO: Ataque da rocha fosfática com baixo teor de P₂O₅, pelo ácido sulfúrico, com granulação e cura.

APLICAÇÕES E USOS: É utilizado exclusivamente como fertilizante para aplicação direta no solo.

ESPECIFICAÇÕES: O teor de P₂O₅ do produto é variável, normalmente entre 9,5 e 12%, de acordo com o resíduo disponível.

2.3. Fertilizantes Potássicos

O principal fertilizante potássico é o cloreto de potássio

2.3.1 – Cloreto de potássio

NOME DO PRODUTO: Cloreto de potássio

NOME COMERCIAL: Cloreto de potássio

NCM: 3104.20.02

CLASSIFICAÇÃO: Intermediário para Fertilizantes

FÓRMULA QUÍMICA: KCl

PRINCIPAL REAÇÃO: Trata-se de substância proveniente de mineração subterrânea ou por dissolução.

APLICAÇÕES E USOS: Cerca de 95% do potássio no mundo é utilizado em fertilizantes. O restante é usado em centenas de outras aplicações, como em catalisadores, complementos nutricionais, remédios, agentes e aditivos. Como fertilizante, o cloreto responde por 95% do consumo. Os restantes 5%, formados de sulfato de potássio e salitre potássico (nitrato misto), são usados para culturas de fumo e videiras.

ESPECIFICAÇÕES: Existem os tipos *standard* e granulado, sendo este, com granulometria mais regular, apropriado para as misturas de grãos do tipo *bulk blending*, ambos com teor mínimo de 60% K_2O .

3. PRODUÇÃO E CONSUMO DE FERTILIZANTES

3.1. Produção e Consumo de Fertilizantes no Mundo

As diferentes relações de consumo de N-P-K dizem respeito não apenas ao tipo de solo e clima de uma região, como, ainda, ao tipo de agricultura praticado e espécie de cultivo ao qual se destina o fertilizante

No Brasil merece ser salientada que a relação N-P-K é de 1:1,41:1,49, enquanto a relação mundial é de 1:0,40:0,28. Há no Brasil um maior consumo relativo de fósforo e potássio, quando comparados com a média mundial.

Na Tabela 1, é apresentado o consumo dos 20 países maiores consumidores de fertilizantes, no ano de 1998, mostrando que o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de nutrientes.

Tabela 1 - Consumo mundial de fertilizantes por País. (Ano 1998)

País	Consumo em 10 ³ t de nutrientes	Participação
China	33.709	24,9%
Estados Unidos	20.203	15,0%
Índia	16.195	12,0%
Brasil	5.492	4,1%
França	4.989	3,7%
Alemanha	2.857	2,1%
Canadá	2.718	2,0%
Paquistão	2.659	2,0%
Reino Unido	2.316	1,7%
Indonésia	2.258	1,7%
Austrália	2.184	1,6%
Espanha	2.171	1,6%
Turquia	1.825	1,4%
Itália	1.815	1,3%
Polônia	1.604	1,2%
Federação Russa	1.550	1,1%
Vietnã	1.544	1,1%
Japão	1.505	1,1%
Malásia	1.479	1,1%
México	1.456	1,1%
Outros	24.495	18,2%
TOTAL	135.024	100,0%

Fonte: IFA *apud* ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

Na Tabela 2 estão comparados os dados brasileiros de produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes com idênticos dados em abrangência mundial, ainda referentes ao ano de 1998.

Tabela 2 - Participação do Brasil na produção mundial de matérias-primas e produtos intermediários para a produção de fertilizantes. (Ano 1998)

PRODUTORES PRODUTOS	Produção Mundial		Produção Brasil	
	Em 10 ³ t	%	Em 10 ³ t	%
Amônia (em t de N)	104.943	100	949	0,9
Enxofre Elementar (em t de S)	39.815	100	-	-
Ácido Sulfúrico (em t de H ₂ SO ₄)	155.108	100	4.506	2,9
Rocha Fosfática (em t de conc.)	137.895	100	4.421	3,2
Potássio (em t de K ₂ O)	25.470	100	315	1,2

Fonte: IFA *apud* ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999.

Ao confrontar-se o consumo *per capita* e o consumo por ha agricultável dos 24 países que mais utilizam fertilizantes, em 1998, o que pode ser visto na Tabela 3, algumas considerações se apresentam como bastante significativas, principalmente pela relação direta entre o consumo de nutrientes e a produção agrícola.

Tabela 3 – Consumo mundial anual de fertilizantes por ha agricultável e por habitante (Ano 1998)

País	Consumo N-P-K (1.000 t)	Área (km ²)	Área agricultável (Em 10 ⁶ ha)	Consumo de nutrientes em kg/ha	População (milhões)	Consumo (kg por hab.)
China	33.709	9.562.036	91,8	367,2	1.232,0	27,36
Estados Unidos	20.203	9.363.520	177,0	114,1	269,4	75,00
Índia	16.195	3.287.590	166,0	97,5	944,6	17,14
Brasil	5.492	8.547.404	45,8	120,0	161,8	33,94
França	4.989	551.500	19,0	262,8	58,3	85,57
Alemanha	2.857	356.733	11,7	244,2	81,9	34,88
Canadá	2.718	9.970.610	45,8	59,3	29,7	91,51
Paquistão	2.659	796.095	24,5	108,5	140,0	19,00
Reino Unido	2.316	244.100	6,0	386,0	58,1	39,86
Indonésia	2.258	1.904.569	18,8	120,1	200,4	11,27
Austrália	2.184	7.741.220	46,4	47,0	18,1	120,66
Espanha	2.171	505.992	15,0	144,7	39,6	54,82
Turquia	1.825	774.815	24,3	75,1	61,8	29,53
Itália	1.815	301.268	9,0	201,7	57,2	31,73
Polônia	1.604	323.250	14,8	108,4	38,6	41,55
Federação Russa	1.550	17.075.400	126,0	12,3	148,1	10,46
Vietnã	1.544	331.689	6,2	248,8	75,2	20,53
Japão	1.505	377.801	4,0	376,2	125,3	12,01
Tailândia	1.479	513.115	17,6	84,0	58,8	25,15
México	1.456	1.958.201	23,1	63,0	92,7	15,70
Irã	1.210	1.633.188	20,2	59,8	70,0	17,28
Malásia	1.200	329.758	1,8	673,5	20,6	58,25
Egito	1.180	1.001.449	3,4	349,3	63,2	18,67
Bangladesh	1.072	143.998	9,4	114,0	120,0	8,93
Outros	19.833					
TOTAL	135.024					

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base em dados da IFA *apud* ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999, e PUBLIFOLHA, 1999.

Segundo diversos especialistas, e dentro de uma apreciação de caráter muito geral, o consumo de cada tonelada de nutrientes é responsável pela produção de pelo menos dez toneladas de grãos (FAO, 1984).

Inicialmente, verifica-se que os países mais desenvolvidos que compõem o chamado G-7, quer no consumo por ha agricultável, quer no

consumo *per capita*, ou mesmo em ambos, apresentam taxas elevadas, superiores àquelas da maioria dos outros países.

A China, além de ser a maior consumidora de fertilizantes do mundo, apresenta um excepcional consumo por ha agricultável, demonstrando o extraordinário esforço de recuperação agrícola. A Índia apresenta um consumo por ha pouco superior a um quarto do consumo chinês; seu consumo *per capita* é baixo, sendo apenas superior ao da Indonésia, Federação Russa, Japão, México e Bangladesh.

Por sua vez Bangladesh, com um consumo por ha agricultável similar ao dos Estados Unidos, apresenta o mais baixo índice de consumo por habitante, o que é comum em países de pouca extensão territorial e grande população, como por exemplo o Japão, ou em países de grande extensão territorial porém, utilizando baixos valores de nutrientes nas áreas de terras agricultáveis, como, por exemplo, a Federação Russa, ambos tradicionais importadores de alimentos.

A Austrália, com o maior índice mundial de consumo *per capita* de fertilizantes, baixa população e grande extensão territorial, demonstra que sua produção agrícola, concentrada em área produtiva similar à do Brasil, utiliza menor quantidade de nutrientes por ha agricultável, o mesmo acontecendo com o Canadá, que ocupa o segundo lugar mundial em consumo *per capita* de nutrientes.

Países como França, Alemanha, Reino Unido, Espanha, Itália, Polônia e Malásia compensam a menor extensão territorial com a prática agrícola bastante intensiva. Saliem-se a França, em terceiro lugar mundial no consumo *per capita* e a Malásia como primeiro lugar absoluto no consumo por ha agricultável. Merece realce o fato da Malásia ter diminuído sua dependência externa de alimentos de 22% (1970) para 4% (1994), segundo PUBLIFOLHA, 1999.

O Brasil apresenta o consumo de nutrientes por ha agricultável, bem como o consumo *per capita*, igual à soma dos consumos de México e Irã juntos, demonstrando uma pujante atividade agrícola entre os países em desenvolvimento.

Os Estados Unidos, maior exportador mundial de alimentos, apresentam índice de consumo por ha agricultável similar ou pouco superior aos índices vigentes na Índia, Paquistão, Indonésia e Tailândia porém, seu *consumo per capita*, supera a soma destes mesmos índices nos quatro países.

Em termos de sustentabilidade pode-se também tirar algumas conclusões interessantes relativas ao consumo mundial de fertilizantes.

Dividindo-se o consumo mundial de nutrientes pela população global, tem-se um valor de 22,5 kg/habitante.ano. Caso seja considerada apenas a população incluída em Outros (cerca de 1,87 bilhão) e seu consumo (19,8 milhões de toneladas) o consumo *per capita* cai para 10,59 kg/habitante/ano.

Por outro lado, se for feita uma média de consumo *per capita* dos países componentes do G-7, obtém-se um valor de 52,94 kg/habitante/ano. Considerando a população mundial de 6 bilhões de pessoas e adotando-se os mesmos padrões de consumo, haveria a necessidade anual de 318 milhões de toneladas de nutrientes, ou seja, cerca de 2,3 vezes o consumo mundial atual.

Cálculo similar, tomando-se como parâmetro o consumo por ha agricultável dos países do G-7, ou seja, 234,9 kg/ha, e considerando que o mundo dispõe de cerca de 1.600 milhões de ha em produção agrícola (EDITORA ABRIL, 2000), a necessidade anual de nutrientes alcançaria cerca de 2,8 vezes o consumo atual.

Em ambos os casos, não seria sustentável a adoção universal dos padrões de consumo de fertilizantes vigentes nos países do G-7, o que também ocorre em diversos outros setores.

Verifica-se facilmente que os países mais desenvolvidos tendem ao uso mais intensivo dos fertilizantes, se cotejados com os países em desenvolvimento que sejam possíveis competidores internacionais. Provavelmente os subsídios agrícolas embutidos nas economias fortes permitam esta prática, dificultando ainda mais o crescimento da agricultura em países carentes e, muitas vezes, acarretando grandes obstáculos à implantação de indústrias domésticas de fertilizantes, nos países menos desenvolvidos.

Outro fato importante a ser levado em conta, principalmente no Hemisfério Sul, é a diferença de sazonalidade no uso de fertilizantes. Quando o consumo meridional atinge o seu pico, em meados do segundo semestre, o Hemisfério Norte não está usando fertilizantes, podendo praticar preços até de *dumping*.

Aliás, em tudo o que envolve o *agribusiness*, incluindo a produção e o comércio de fertilizantes, o país tem que estar bastante maduro para poder fazer frente e superar as dificuldades naturais e artificiais (principalmente) que se apresentem. Nem sempre, ou muito dificilmente, a prática adotada nos bastidores corresponde à teoria exposta em cena.

Apesar do discurso liberalizante de alguns países ricos, a máxima do "faça o que eu digo, mas não faça o que eu faço" nunca foi tão aplicada. De acordo com PINAZZA e ARAÚJO (1993), em 1990, os 24 países mais ricos do mundo, que integram a OCDE, gastaram US\$ 320 bilhões subsidiando suas agriculturas. Em 1999 este mesmo subsídio chegou à cifra de US\$ 360 bilhões (SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA, 1999).

Não se advoga aqui a adoção de subsídios, mas, não se pode deixar de lamentar a dúbia posição de países ricos, em detrimento dos países em desenvolvimento. Além disso, um mercado de *commodities* agrícolas manipulado externamente em favor de alguns, também tem reflexos absolutamente negativos na produção interna de fertilizantes, já que o desempenho da mesma está intimamente vinculado a uma economia estável e a uma agricultura forte e desenvolvida

3.2. Produção e Consumo de Fertilizantes no Brasil

Como já visto, a relação entre N-P-K no Brasil é diferente da média mundial, tendo maior apelo ao consumo de fósforo e potássio. Tal fato, além dos fatores climáticos e do cultivo existente, recebe uma extraordinária influência do tipo de solo.

As áreas atualmente em maior desenvolvimento agrícola estão situadas na região do Cerrado que ocupam cerca de 1.830.000 km². A Tabela 4 mostra a distribuição do Cerrado nos estados brasileiros.

Tabela 4 – Distribuição aproximada das áreas de Cerrado no Brasil

Unidade Federativa	Área de Cerrados em km ²	Distribuição percentual	
		No Estado	No País
Goiás	310.000	90%	17%
Tocantins	245.000	88%	13%
Mato Grosso	282.000	31%	15%
Mato Grosso do Sul	197.000	55%	11%
Minas Gerais	308.000	53%	17%
Maranhão	98.000	30%	5%
Piauí	115.000	46%	6%
Bahia	105.000	19%	6%
Distrito Federal	6.000	100%	1%
Outros	164.000	-	9%
TOTAL	1.830.000		100%

Fonte: EMBRAPA *apud* ALBUQUERQUE, 1979

Apesar da baixa fertilidade natural dos solos de Cerrado, possuem os mesmos fatores bastante positivos: topografia suave, boa resistência mecânica e regularidade pluviométrica. Devido a estas características pode-se prever a ampliação, nesta área, do uso de fertilizantes químicos, em face da produtividade já obtida com seu emprego.

A ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos, estima que o consumo de fertilizantes no Brasil, para atender à demanda de produtos agrícolas, tanto destinados à exportação, quanto ao consumo interno, cresça cerca de 30%, entre 1999 e 2008. Na Região Sul o crescimento deverá ser mais modesto, da ordem de 19%. A Região Norte/Nordeste, atualmente com pequena produção agrícola, deverá apresentar taxa de 36%, a maior do País. A Região Centro, compreendendo o Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins, terá o consumo de fertilizantes crescendo à taxa de 31%, no mesmo período (ANDA, 1999).

Quanto à demanda de fertilizantes químicos para pastagens, foi levada em conta a moderna e mais eficiente tendência que privilegia o crescimento da pastagem plantada, relegando-se a segundo plano a pastagem nativa. Além disso, verifica-se que a primeira é mais sustentável, principalmente em termos

econômicos, bem como pela necessidade da incorporação de novas áreas, no segundo caso. Torna-se mais simples a migração de uma área de pastagem de média produtividade para o patamar de alta produtividade, do que passar de uma área da condição de baixa produtividade para outra de média. Diante dessa tendência, o uso de fertilizantes deverá se intensificar nas áreas de pastagem nas quais hoje já são utilizados.

Na Tabela 5 encontram-se as projeções de demanda de fertilizantes para o ano de 2008 e as estimativas para o ano 2003.

Tabela 5 – Demanda brasileira de fertilizantes (em 10³ t de nutrientes)

Item	1998	2003	2008	Crescimento 1998-2008
Produtos agrícolas	5.557	6.446	7.227	30%
Pastagens	280	889	1.702	507%
TOTAL	5.837	7.335	8.929	53%

Fonte: ANDA, 1999a.

O extraordinário crescimento do uso de fertilizantes em pastagens (507%), no período 1998-2008, está relacionado com a meta governamental de fazer do Brasil, a partir de 2002, o maior exportador mundial de carne bovina. Espera-se, inclusive, que no corrente ano de 2000, as exportações de carne bovina ultrapassem US\$ 1 bilhão (EDITORA ABRIL, 2000).

Outro estudo interessante foi realizado pela PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ (1992), usando métodos previsionais e considerando diversos cenários para a agricultura brasileira e seu rebatimento na demanda de fertilizantes. Nesse estudo foi previsto, para o primeiro quinquênio da década 2000/2009, o patamar de produção de 110 milhões de toneladas de grãos. Para atender essa produção, mantida a atual produtividade, seria necessária a incorporação de 43 milhões de ha de terras novas. Aumentando a produtividade em cerca de 50% (até 1999 o aumento de produtividade alcançou 36%, com relação a 1992), inclusive com maior aporte de fertilizantes e melhores práticas agrícolas, seriam necessários apenas mais 12 milhões de ha. Além de economizar 31 milhões de ha (mais de 60% da atual área plantada no Brasil), a segunda hipótese também reduz investimentos em infra-estrutura, como eletrificação

rural, estradas, armazéns e comunicações, devendo ser adotada. Esta hipótese também atende aos conceitos do desenvolvimento sustentável.

Com a adoção da hipótese mais provável, o consumo de fertilizantes atingiria até o final do quinquênio, 2001-2005, valores anuais da ordem de 6,5 milhões de toneladas de nutrientes (N-P-K), sendo o consumo de P_2O_5 da ordem de 2,5 milhões de toneladas por ano.

ANDRADE et al., em 1996, também realizou estudos prospectivos sobre a indústria nacional de fertilizantes, tendo projetado na época, para os anos iniciais da presente década (2000-2009), os números expressos na Tabela 6.

Tabela 6 - Balanço da oferta e demanda de fertilizantes no Brasil (projeções feitas em 1996)

Produtos	Oferta	Demanda	Déficit	Déficit/Demanda (%)
Nitrogênio (em 10^3 t de N)				
Amônia	971	1.379	408	30
Uréia	471	678	207	31
Fósforo (em 10^3 t de P_2O_5)				
Rocha Fosfática	1.435	2.372	937	40
Ácido Fosfórico	709	1.371	662	48
Superfosfato Simples (SSP)	509	642	133	21
Superfosfato Triplo (TSP)	320	486	166	34
Binários (MAP e DAP) (em 10^3 t de P_2O_5 e N)	565	808	243	30
Potássio (em 10^3 t de K_2O)				
Cloreto de Potássio	259 ⁽²⁾	1.963	1.704	87
Enxofre				
Ácido Sulfúrico ⁽¹⁾	3.851	6.097	2.246	37

Obs.: ⁽¹⁾ valores em milhares de toneladas de produto.

⁽²⁾ em 1999 a produção brasileira (CVRD) alcançou cerca de 350.000 toneladas.

Fonte: ANDRADE et al., 1996

Observa-se que, à exceção do SSP, todos os déficits previstos igualam ou superam 30% da demanda respectiva, atingindo o máximo de 87% no caso do cloreto de potássio. Saliente-se também que o enxofre elementar, embora não quantificado na Tabela, é totalmente importado, já que o Brasil não possui

reservas deste elemento químico e a sua recuperação secundária, em refinarias de petróleo e na metalurgia de sulfetos, não é representativa frente à quantidade importada, mais de um milhão e trezentas mil toneladas/ano.

Considerando-se estatísticas da ANDA, verifica-se que a produção brasileira de P_2O_5 fertilizante, em 1999, a partir de rocha nacional, alcançou 1.216 mil toneladas, para o total de 1.967 mil toneladas de P_2O_5 de fertilizantes fosfatados entregue ao consumidor final. Há, portanto, um déficit nacional da ordem de 40%, em P_2O_5 . Para o nitrogênio (N) e o potássio (K_2O), os déficits a partir da produção nacional de matérias-primas para fertilizantes foram, respectivamente, de 23% e 83%, no mesmo ano de 1999.

Quaisquer que sejam as projeções adotadas para o consumo de fertilizantes no Brasil, verifica-se facilmente que o déficit já existente, a ser coberto por importações, tende a ser crescente, caso novos projetos não sejam implantados, em áreas nas quais ocorra viabilidade para tanto.

4.3. Produção e Consumo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil

No Nordeste, como de resto em todo o Brasil, o consumo de fertilizantes teve início com a importação de misturas N-P-K. Posteriormente, no começo dos anos 50, foram implantadas as primeiras misturadoras e uma fábrica de SSP no estado de Pernambuco, hoje desativada. Foram assim dados os primeiros passos na substituição de importações de produtos acabados pela importação de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes. As misturas passaram a ser feitas regionalmente.

Em agosto de 1957 teve início a produção de rocha fosfática no Nordeste do Brasil, com o projeto da Fosforita Olinda S.A. - FASA, em Olinda - PE, aproveitando depósito sedimentar de composição similar aos existentes na Flórida e no Norte da África, embora em volumes bem mais modestos e com maior capeamento estéril (EVANS, 1959).

Apesar da competência da equipe técnica responsável pelo projeto, liderada pelos Engenheiros de Minas Francisco Moacyr de Vasconcellos e Sandoval Carneiro de Almeida, não foi possível superar dificuldades, principalmente externas, que garroteavam a colocação do concentrado

fosfático no mercado nacional, levando a produção a ser encerrada em 1968, em caráter definitivo.

Os fatos que afetaram o projeto da FASA são bem explicitados por PEREIRA (1970) e VASCONCELLOS (1981) os quais salientam, além das dificuldades geológicas específicas, os altos custos do frete de cabotagem (o custo do frete Recife-Santos era mais que o dobro daquele cobrado entre Flórida-Santos), a cobrança de imposto (à época IVC - Imposto de Vendas e Consignações) não incidente sobre o produto importado e, principalmente, a exigência de órgãos governamentais em dimensionar o projeto original em patamar de produção incompatível, tanto com a jazida quanto com a capacidade financeira dos empresários locais.

Somente ao final da década dos anos 70 e início dos anos 80, o Nordeste retomaria a produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes, porém, fora do âmbito dos fosfatados. A implantação do Pólo Petroquímico de Camaçari-BA, permitiu a produção de nitrogenados e a exploração dos depósitos potássicos de Taquari-Vassouras-SE, deu início à produção de cloreto de potássio no Brasil. Em termos de rocha fosfática no Nordeste, apenas em 1998, ou seja, trinta anos após o fechamento da Fosforita Olinda S.A., o Grupo Galvani, utilizando técnicas de concentração a seco, desenvolvidas no Brasil, retomou em Irecê-BA a produção de concentrado fosfático na Região.

Especificamente com relação ao Nordeste, as Tabelas 7, 8, 9 e 10, respectivamente, mostram a capacidade instalada de produção de matérias-primas para fertilizantes, a capacidade instalada de produção de produtos intermediários para fertilizantes, a produção de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (período 1994/1999), bem como o consumo de fertilizantes no período 1995/1999.

A Figura 3 mostra a localização dos depósitos de fosfato e potássio, bem como das unidades produtoras de fertilizantes básicos na Região.

Tabela 7 - Capacidade instalada de produção de matérias-primas para fertilizantes no Nordeste

Produto	Empresa	Localização	Porcentagem de nutrientes		Capacidade nominal (em t/d)	Regime de operação (em d/ano)		Produção usual (em t/ano)	Total de nutrientes (em t/ano)
			N	P ₂ O ₅		Máx	Usual		
Amônia Anidra	Petrobrás	Camaçari-BA	82,2	-	1.100	365	325	357.500	293.865
Amônia Anidra	Petrobrás	Laranjeiras-SE	82,2	-	1.000	365	346	346.000	284.412
Rocha fosfática	Irecê Mineração	Irecê - BA	-	34,0	365	330	300	109.500	37.230
Ácido sulfúrico	Galvani	Mimoso do Oeste - BA	-	-	100	330	300	30.000	-
Ácido sulfúrico	Profertil	Santa Luzia do Norte-AL	-	-	50	330	300	15.000	-
Ácido sulfúrico	Caraíba (*)	Camaçari-BA	-	-	1.300	330	330	429.000	-

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

(*) A Caraíba só fornece ácido sulfúrico para fertilizantes à Cibrafétil, sua associada; a grande maioria da sua produção é destinada a outras indústrias consumidoras, localizadas no Pólo Petroquímico de Camaçari-BA.

Tabela 8 - Capacidade instalada de produção de produtos intermediários para fertilizantes no Nordeste

Produto	Empresa	Local	Porcentagem de nutrientes			Capacidade nominal em t/d	Regime de operação em d/ano		Produção usual em t/ano	Total de Nutrientes (em t/ano)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		Máx.	Usual		
Sulfato de amônio	Metacril	Camaçari - BA	21,0	-	-	180	340	340	61.200	12.852
Sulfato de amônio	Nitrocarbano	Camaçari - BA	21,2	-	-	276,8	345	330	91.344	19.365
Uréia	Petrobrás	Laranjeiras - SE	46,0	-	-	1.800	365	315	567.000	260.820
Uréia	Petrobrás	Camaçari - BA	46,0	-	-	1.050	365	315	330.750	152.145
SSP (Pó)	Cibrafétil	Camaçari - BA	-	18,0	-	700	336	328	229.600	41.328
SSP (Pó)	Galvani	Mimoso - BA	-	18,0	-	300	330	270	81.000	14.580
SSP (Pó)	Profertil	Candeias - BA	-	18,0	-	600	300	250	150.000	27.000
SSP (Pó)	Profertil	Santa Luzia do Norte - AL	-	18,0	-	450	300	200	90.000	16.200
Cloreto de potássio	CVRD	Taquari / Vas-souras - SE	-	-	60	1.560	365	330	514.800	308.880

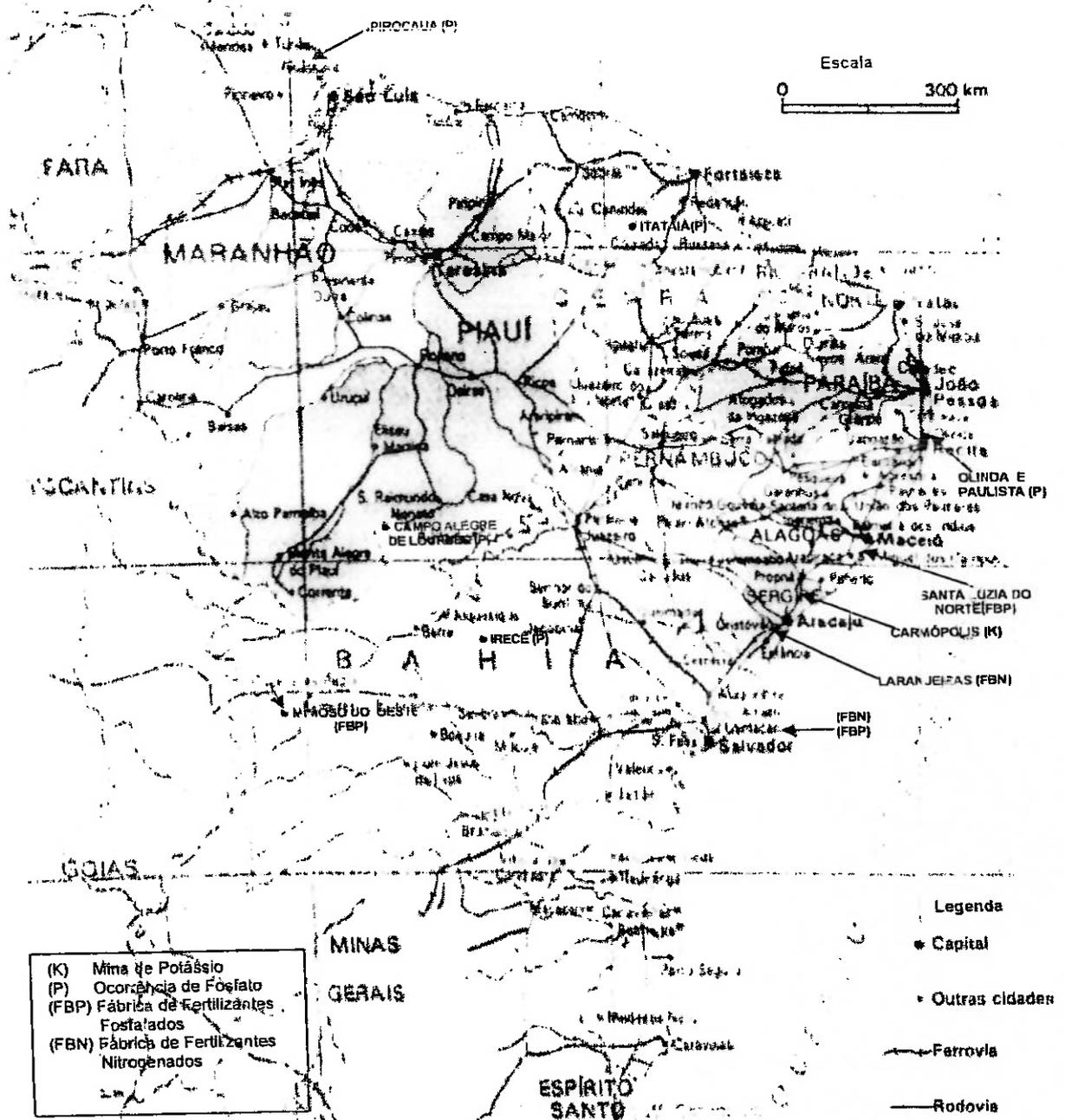
Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

Tabela 9 - Produção nordestina de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em t/ano)

Anos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Crescimento (em % ao ano)
Item							
Produto	1.269.681	1.385.184	1.334.917	1.526.784	1.584.861	1.735.973	6,4
N	313.666	349.701	305.231	355.398	312.839	368.916	3,3
P ₂ O ₅ (*)	23.216	32.915	36.471	39.235	53.935	49.464	16,3
K ₂ O	229.365	224.128	240.695	281.381	326.486	347.836	8,7

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES (1995-1999)

(*) Inclui SSP feito com rocha importada



Fonte: BOCHICCHIO, V. R., 1999, com adaptações do autor

Figura 3 - Localização de depósitos de fosfato e potássio, bem como de unidades produtoras de fertilizantes básicos no Nordeste do Brasil

Tabela 10 - Consumo de fertilizantes no Nordeste, expresso em toneladas(*)
Período 1995/1999

Estado	Ano					Crescimento ao ano (%)
	1995	1996	1997	1998	1999	
Maranhão	46.698	79.981	92.473	133.528	103.582	22,0
	21.307	35.072	39.745	57.315	43.794	19,7
Piauí	12.667	21.250	22.718	24.839	29.379	23,4
	5.491	9.192	9.749	10.535	12.238	22,2
Ceará	13.223	15.935	23.041	22.315	17.106	6,6
	5.501	6.630	9.445	9.492	7.339	7,4
Rio Grande do Norte	34.384	28.828	38.885	45.281	38.561	2,9
	13.933	12.003	14.926	17.503	15.070	2,0
Paraíba	37.655	37.103	46.780	41.780	29.376	- 6,4
	14.087	14.109	17.232	16.521	11.512	- 5,2
Pernambuco	158.164	180.183	189.613	157.858	129.846	- 5,0
	63.188	66.148	70.473	61.110	51.202	- 5,4
Alagoas	230.508	236.123	210.579	209.098	162.792	- 9,0
	90.112	92.778	79.409	76.466	57.215	- 12,0
Sergipe	14.895	18.420	18.563	22.326	17.253	3,7
	5.693	7.708	6.597	8.625	7.006	5,3
Bahia	465.459	525.718	611.309	688.619	691.642	10,4
	187.986	199.474	222.339	251.810	267.994	9,3
TOTAL	1.016.653	1.143.541	1.253.961	1.345.644	1.219.537	4,6
	407.298	443.114	469.915	509.377	473.370	3,8
Total de N	119.902	121.784	122.031	135.484	119.986	1,0
Total de P ₂ O ₅	129.494	144.016	161.787	164.200	153.017	4,3
Total de K ₂ O	157.902	177.314	186.097	209.693	200.367	6,1

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES (1995-1999)

(*) O número superior indica o total em produtos; o inferior expressa os nutrientes

Verifica-se pelas tabelas anteriores que atualmente o Nordeste é auto-suficiente em uréia e cloreto de potássio, os quais exporta até para outras regiões. As importações regionais destes produtos, quando ocorrem, revelam

simples oportunidades comerciais, porém, nunca prementes necessidades. Já com relação aos fosfatados, a situação é bem diferente, devido à carência de produção e às necessidades agrícolas regionais.

O P_2O_5 é praticamente todo importado, seja sob a forma de rocha fosfática para a produção de SSP, seja sob a forma de TSP ou MAP. Apenas a Galvani, no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex- Mimoso do Oeste-BA) e a Cibrafertil, em Camaçari-BA, utilizam o concentrado de Irecê-BA, em suas produções de SSP. Em 1999 a contribuição da rocha baiana foi pouco inferior a 10% do consumo regional em P_2O_5 . Para o corrente ano espera-se que essa contribuição alcance de 20 a 25% da demanda.

Considerando projeções anteriormente citadas (ANDA,1999), verifica-se que a demanda de fertilizantes no Nordeste deverá crescer cerca de 36% no período 1999-2008. Apesar do ano de 1999 ter apresentado retração na demanda de fertilizantes, principalmente em face dos problemas econômicos gerados com a desvalorização do Real, sua referência como início de um período dará maior segurança às projeções, que manterão aspecto conservador. A Tabela 11 apresenta as perspectivas de crescimento constantes do trabalho da ANDA (1999 a).

Tabela 11 – Projeção de crescimento do consumo de fertilizantes (1999-2008)

Brasil	30 %
Centro	31 %
Sul	19 %
Norte / NE	36 %

Fonte: ANDA, 1999 a.

Considerando-se a projeção de crescimento do consumo de fertilizantes para o Nordeste (1999-2008), verifica-se que a previsão de aumento médio anual, de cerca de 3,5%, é inferior à média entre 1995-1999, que é de 3,8%, ao ano, em termos de nutrientes. No mesmo período, 1995/1999, o crescimento real no consumo de P_2O_5 foi de 4,3% ao ano.

Adotando-se o percentual mais conservador, de 3,5% ao ano, constata-se que para atender ao consumo de fosfatados projetado para 2007, com

bastante parcimônia, em cerca de 203 mil toneladas de P_2O_5 , haverá a necessidade de substancial ampliação das importações. Note-se que, em 1999, mesmo considerando-se como produção nordestina o SSP feito com rocha importada, o total de P_2O_5 regionalmente elaborado não atingiu as 50 mil toneladas. Considerando que a capacidade regional instalada para SSP é da ordem de 100 mil toneladas (ANDA, 1999), a diminuição da produção só pode ser devida a problemas operacionais e/ou econômicos, frente a importações com melhores preços.

A Tabela 12 apresenta projeções de consumo dos nutrientes N, P_2O_5 e K_2O , no Nordeste. A análise da mesma deixa antever que, pelo menos até 2010, haverá auto-suficiência regional em N, com relação à atual produção, existindo ainda grandes excedentes exportáveis. Quanto ao K_2O , apenas a partir de 2007, na hipótese de maior demanda, ou somente após 2010, na hipótese de menor demanda, a Região deixará de ser auto-suficiente, ainda com relação à atual produção. No que diz respeito ao P_2O_5 , verifica-se desde já uma absoluta carência, a qual continuará a ser suprida com o crescimento de importações.

Para evitar o excessivo aumento da dependência externa, urge serem analisadas alternativas que possam minimizar a aquisição de fosfatos importados, possíveis de serem produzidos no próprio Nordeste, a partir de depósitos regionais de rocha fosfática.

Tabela 12 – Projeções de consumo de fertilizantes no Nordeste, para os anos 2003, 2007 e 2010 (em 10^3 t)

Nutriente	Produção Atual 1999	Consumo Atual 1999	Demanda em 2003		Demanda em 2007		Demanda em 2010	
			(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
N	369	120	138	125	158	130	175	134
P_2O_5	49	153	176	181	201	214	223	243
K_2O	348	200	229	253	263	321	292	383

Fonte: ANDA, 1999 a, com adaptações do autor: (1) adotando-se percentual de crescimento global de 3,5% a. a.; (2) adotando-se os percentuais anuais de crescimento real, vigentes no período 95/99, ou seja: 1,0% para N; 4,3% para P_2O_5 e 6,1% para K_2O .

4. A DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NA REGIÃO NORDESTE

Pelas projeções de demanda previstas pela ANDA, pelo menos até 2010, o Nordeste será superavitário em N e K. Quanto a este último nutriente, em face do grande déficit nacional, existem estudos em andamento na CVRD objetivando viabilizar a lavra em Santa Rosa de Lima – SE, utilizando-se o processo de dissolução em profundidade. Em face de tais dados, surge o P como o nutriente chave na possível diminuição da importação regional de fertilizantes.

Segundo Damasceno et alii., 1988, depósitos fosfáticos, conhecidos na Região Nordeste ocorrem nos Estados do Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia. No Maranhão as reservas são de fosfato aluminoso (Trauíra, Pirocáua e Itacupim), não se prestando à produção de fosfatados solúveis convencionais. No máximo, a exemplo da jazida de Lam-Lam, no Senegal, poderiam ser utilizados em processos produtivos de termofosfatos.

No Estado do Ceará, os depósitos fosfáticos ocorrem associados ao urânio e se localizam na Fazenda Itataia, município de Santa Quitéria, 220 km ao Sul da capital Fortaleza. A INB – Indústrias Nucleares do Brasil S. A., detentora dos direitos minerários da área, estima as reservas lavráveis de fosfato uranífero em cerca de 79,5 milhões de toneladas de minério, com 11,17% P_2O_5 e 998 ppm de U_3O_8 . Além de dificuldades específicas, relativas ao beneficiamento do próprio minério, as reservas de Itataia estão comprometidas com a necessidade de equacionamento do problema do alto teor de urânio nelas contido. Estando o urânio na rede cristalina da apatita, sua recuperação só é possível a partir do ácido fosfórico produzido, ou seja, o concentrado não pode ser utilizado diretamente. Tal impossibilidade inviabiliza a produção local de SSP e TSP, fertilizantes largamente usados na Região Nordeste.

Quanto às reservas fosfáticas de Pernambuco, situadas nos municípios de Olinda e Paulista, vizinhos à capital Recife, embora da ordem de 6,3 milhões de toneladas de P_2O_5 (FUSARO et. al., 1987), não podem as mesmas ser atualmente lavradas. Além de restrições ambientais, relacionadas com nascentes de água potável e defesa de manguezais, a acelerada urbanização

do Recife incorporou as áreas das jazidas em seu processo de expansão. Qualquer tentativa de lavra a céu aberto será tolhida pela existência local de grandes conjuntos habitacionais. Por outro lado, a lavra subterrânea, tentada anteriormente pela FASA – Fosforita Olinda S. A. (PEREIRA, N.M., 1970), se mostrou absolutamente antieconômica.

No Estado da Bahia são conhecidas duas jazidas de fosfatos: a primeira em Irecê e a segunda em Angico dos Dias, município de Campo Alegre de Lourdes. De acordo com citação de DAMASCENO et alli., 1988, os depósitos de Irecê têm origem orgânica e são associados a rochas do grupo Bambuí. Segundo MONTEIRO, 1995, o minério superficial, resultante da lixiviação dos carbonatos associados, constitui um depósito fosfático supergênico, possuindo uma reserva medida de $3,92 \times 10^6$ toneladas, com um teor médio de 14,72% P_2O_5 . O minério primário subjacente tem reservas medidas de $6,2 \times 10^6$ toneladas e reservas indicadas/inferidas de $30,68 \times 10^6$ toneladas, ambas com teor médio de 17,7% P_2O_5 .

Atualmente, a empresa Irecê Mineração Ltda., utilizando processo próprio de concentração a seco, em face da dificuldade de água na região, está produzindo um concentrado comercial, utilizado na produção de SSP, no próprio Estado da Bahia. Prevê-se para o corrente ano a disponibilidade de cerca de 120.000 t de concentrados, com 33/34% P_2O_5 . Mesmo considerando-se a recuperação global da ordem de 75% (lavra + beneficiamento), o minério superficial medido será apenas suficiente para cerca de 11 anos, aos níveis atuais de produção.

As reservas de minério primário, embora de maior volume, não são susceptíveis de concentração a seco, principalmente em face da forte presença de carbonatos. Estudos realizados pelo Rajasthan State Mines & Minerals Ltd. (Índia) e pelo Centro de Tecnologia Mineral (Brasil), a partir de amostra média daquele minério, fornecida pela CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, detentora dos direitos minerários da área, confirmaram a presença de cerca de 45% dolomita e 6% calcita, no minério primário.

Os ensaios de flotação em bancada realizados na Índia e no Brasil permitiram definir alternativas de processo, a serem confirmadas em usina

piloto, que certamente possibilitarão a obtenção de concentrados comerciais, com baixos teores de carbonatos, a partir do minério primário de Irecê. O futuro aproveitamento desse minério será portanto função do equacionamento do problema de disponibilidade de água na região, hoje sabidamente inviável para o estabelecimento de qualquer circuito normal de flotação, em caráter industrial.

A outra jazida fosfática existente na Bahia está em Angico dos Dias, localidade situada a Noroeste do Estado, no município de Campo Alegre de Lourdes, tendo extensão para o frontelrço município de Caracol, no Estado do Piauí. Os estudos ali realizados pela CBMM – Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia, então detentora dos direitos minerários da área, levaram à definição de um corpo carbonatítico de idade Pré-cambriana, mineralizado em fosfato. O complexo Angico dos Dias é caracterizado pela presença de mineralizações de apatita, disseminadas tanto no metacarbonatito inalterado quanto no seu produto de alteração.

Dentro de uma faixa inicialmente prospectada de 6 km², foram coletadas 606 amostras de solo para análises geoquímicas e feitos o mapeamento geológico e levantamentos radiométricos e magnetométricos em escala 1:10.000. Delineadas as anomalias foram então escavados 2.500 m³ de trincheiras, 130 metros lineares de poços e coletadas 758 amostras, permitindo determinar uma área mais promissora, com 3,2 km², a qual foi mapeada em escala 1:2.500. Na área alvo foram testemunhados 1.800 m de furos de sonda e escavados 135 poços de pesquisa, dispostos em malha regular, objetivando qualificar e quantificar o minério residual.

Segundo SILVA et alli., 1988, o Complexo Angico dos Dias é composto por rochas comagmáticas, constituindo uma associação carbonatítica precambriana, contendo predominantemente sienitos e carbonatitos, com algum piroxenito e lamprófito. Como principais peculiaridades do complexo são citadas: a) alto conteúdo de apatita no carbonatito superior a 14%, em média; b) não foi observado qualquer fenômeno de fenitização; c) os conteúdos de Nb, Th e U das diversas litologias são anormalmente baixos; d) as rochas

principais, carbonatitos e sienitos estão deformadas; e) a idade geológica do carbonatito foi determinada em 2011 ± 6 Ma.

Outra importante particularidade é o fato do complexo não ser do tipo anelar, forma mais comum em seqüências com carbonatitos. As rochas que constituem o complexo estão dispostas segundo a direção regional N20E, apresentando formas tabulares, com extensão em superfície a 2250 m, largura aparente mínima de 1.250 m e espessura superior a 50m. Processos supergênicos permitiram grandes alterações, dando origem à instalação de um manto de intemperismo, que hoje se constitui em um importante depósito de fosfato residual (apatitito), cuja espessura média é de 10m, podendo alcançar 25m.

As diferentes características do minério residual são resultantes das facies originais da rocha primária. A facies biotita-apatita sovito, por exemplo, deu origem ao minério friável rico em vermiculita, com teores de até 15% P_2O_5 . O apatitito consolidado possui teores de P_2O_5 superiores a 20%. No entanto, o minério mais comum, com 15 a 20% P_2O_5 , é constituído por apatita de granulação grosseira, em matriz predominantemente composta de argilo-minerais e óxidos/hidróxidos de ferro.

PAULO ABIB ENGENHARIA, 1987 e 1988, LIBERAL, 1989 e KAHN et alli., 1990, analisaram as principais tipologias do minério residual de Angico dos Dias/Caracol e teceram comentários sobre o seu beneficiamento e aproveitamento econômico. PAULO ABIB ENGENHARIA, em função dos dados obtidos durante a fase de pesquisa, estabeleceu a distribuição dos tipos de minério residual visualizada na Tabela 13, também adotada por KAHN et alli., 1990.

Tabela 13 - Distribuição dos Tipos de Minério Residual

TIPO DE MINÉRIO	ESPESSURA AMOSTRADA (m)	REPRESENTAÇÃO LINEAR (%)	RESULTADOS ANALÍTICOS										ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO CONTIDO (%)		
			P ₂ O ₅	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	CaO/P ₂ O					
Superficial silicioso (2)	15,30	3,36
Apatitito aluminoso (1)	64,35	14,15	16,80	22,40	24,50	9,70	19,10	1,12	49	1,33	15,84				
Apatitito (1)	158,10	34,76	23,40	32,40	12,80	4,35	20,10	2,12	47	1,38	43,80				
Apatitito recristalizado (1)	37,39	8,22	29,10	39,20	5,50	3,54	17,60	47	10	1,35	12,88				
Micáceo (1)	123,10	27,07	14,10	20,50	26,80	8,36	15,20	7,38	2,32	1,45	20,55				
Magnesiano (1)	50,40	11,08	9,99	16,30	35,30	9,22	12,80	8,84	3,16	1,83	5,96				
Carbonatítico (1)	6,15	1,35	13,40	29,30	24,30	4,63	12,40	ND	ND	2,16	.98				
Total	454,79	100,00	18,57	26,26	20,78	6,92	22,72	1,41	100,00				

Fonte: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988b.

(1) Teores médios obtidos a partir de análises das amostras compostas

(2) Superficial silicioso foi incorporado ao apatitito aluminoso

ND Não determinado

KAHN et alli., 1990, mostram que os vários tipos de minério descritos para a jazida de fosfato residual de Angico dos Dias apresentam os mesmos constituintes minerais (apatita, oxi-hidróxidos de ferro, minerais micáceos, anfibólio, quartzo, feldspato e piroxênio, dentre outros), variando apenas suas proporções, o que se reflete, no entanto, em comportamentos diversos nos processos de beneficiamento. Aqueles autores admitem, a partir de experimentos realizados, constantes das Tabelas 14, 15 e 16, que a lavra seletiva do minério mais rico e seu beneficiamento mais simples (cominuição grosseira, lavagem, classificação e separação magnética) podem permitir concentrados com 30 a 36% P_2O_5 , com recuperações de até 80% do fósforo contido, em função da intensidade do campo magnético. Salientam ainda os mesmos autores que utilizando concentração por flotação podem ser aproveitados todos os tipos mineralizados, produzindo-se com os mesmos concentrados de teores superiores a 36% P_2O_5 , com recuperação global do fósforo contido da ordem de 80%; tais concentrados apresentam características químicas adequadas à fabricação de ácido fosfórico, SSP e TSP.

Tabela 14 - Sumário dos Resultados de Separação Magnética no Apatito

AMOSTRA	LAMAS (-0,074 mm)						PRODUTO NÃO MAGNÉTICO EM BAIXO CAMPO						PRODUTO NÃO MAGNÉTICO EM MÉDIO CAMPO						PRODUTO NÃO MAGNÉTICO EM ALTO CAMPO																								
	% P ₂ O ₅		Rec. P ₂ O ₅		% P ₂ O ₅		% Fe ₂ O ₃		% Al ₂ O ₃		% MgO		% SiO ₂		Rec. P ₂ O ₅ (%)		% P ₂ O ₅		% Fe ₂ O ₃		% Al ₂ O ₃		% MgO		% SiO ₂		Rec. P ₂ O ₅ (%)																
	% peso	10	14,9	14,9	15,5	34,3	33,9	4,2	1,6	1,7	6,5	6,5	82,9	35,7	1,3	1,4	1,4	5,7	71,1	39,2	3,8	3,4	1	2,9	65,9	34,3	33,9	4,2	1,6	1,7	6,5	82,9	35,7	1,3	1,4	1,4	5,7	71,1	39,2	3,8	3,4	1	2,9
Apatito	34,3	10	14,9	14,9	15,5	33,9	4,2	1,6	1,7	6,5	6,5	82,9	35,7	1,3	1,4	1,4	5,7	71,1	39,2	38,8	3,4	1	2,9	65,9	34,3	33,9	4,2	1,6	1,7	6,5	82,9	35,7	1,3	1,4	1,4	5,7	71,1	39,2	38,8	3,4	1	2,9	65,9
Apatito recristalizado	34,4	14	15,5	15,5	16,1	37,7	3,0	0,6	0,2	1	1	82,7	39,1	0,9	0,5	0,2	1	69	44,9	39,8	4,3	< 1	0,5	63,2	34,4	37,7	3,0	0,6	0,2	1	82,7	39,1	0,9	0,5	0,2	1	69	44,9	39,8	4,3	< 1	0,5	63,2
Corpo 1	28,6	13,4	16,5	16,5	16,5	29,2	11	5,1	4,5	7,4	7,4	82,2	33,1	3,2	4,1	-	8,1	69,5	39,5	35,4	1,2	2,1	7,4	61	28,6	29,2	11	5,1	4,5	7,4	82,2	33,1	3,2	4,1	-	8,1	69,5	39,5	35,4	1,2	2,1	7,4	61
Trincheira	23,8	10,8	12,3	12,3	12,3	26,2	13	3,7	1,6	10,9	10,9	85,8	30	5,4	3,1	1,6	10	68,6	34	36,9	8,4	7,5	4	59,7	23,8	26,2	13	3,7	1,6	10,9	85,8	30	5,4	3,1	1,6	10	68,6	34	36,9	8,4	7,5	4	59,7
Composição B	27,3	9,4	13,9	13,9	13,9	23,5	12,8	4,4	2,7	14,2	14,2	85	28,3	4,8	3,5	2,4	12,1	70	32,5	36,3	7,9	0,2	4,8	62,8	27,3	23,5	12,8	4,4	2,7	14,2	85	28,3	4,8	3,5	2,4	12,1	70	32,5	36,3	7,9	0,2	4,8	62,8

Fonte: KAHN et alii., 1990.

Amostras Corpo 1 Trincheira, composição A e composição B, correspondem a minérios mais superficiais.

Tabela 15 - Sumário das Principais Características do Material Deslamado

TIPO DE MINÉRIO	% PESO "underflow"	TEORES (%)						RECUPERAÇÃO		MINERAIS (%)						
		P ₂ O ₅	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO/P ₂ O ₅	Recuperação P ₂ O ₅ (%)	Apatita	Minerais micáceos	Pirox./anfíb.	Oxi-hid. Ferro	Quartzo	feldspato	Outros
Apatítico	76,55	29,40	38,40	7,40	1,95	14,52	.80	1,31	93,4	71	8	2	14	3	3	3
Micáceo	78,00	17,20	23,00	22,90	6,78	13,30	7,10	1,34	93,9	41	45	2	7	3	1	1
Magnésiano	78,02	12,20	18,30	31,40	7,82	11,25	8,70	1,50	95,3	30	46	9	3	9	2	2

Fonte: KAHN et alli., 1990.

Tabela 16 - Características dos Concentrados Finais de Flotação

AMOSTRA	TEORES (%)					MINERAIS (%)					RECUPERAÇÃO DOS MINERAIS (%)				
	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	Apatita	Minerais Micáceos	Piroxênio/ Antifólio.	Oxi-hidróx. de ferro	Outros	Apatita	Minerais Micáceos	Piroxênio/ Antifólio.	Oxi-hidróx. de ferro	
Apatítico	40.7	.6	.15	.10	.41	99	<.1	.3	.4	Tr	61.5	<.6	7	1.3	
Micáceo	39.2	.85	.74	1.08	3.25	96	1.2	2.5	.3	Tr	71.9	.8	39	1.3	
Magnésiano	39.4	ND	.62	1.69	4.32	93	.2	6.5	.3	Tr	90.3	.1	22	3	
Média	40.2	ND	ND	ND	ND	98.5	.1	1	.4	Tr	84.4	.2	11	2	
Média "Cyclo test"	39.4	1.22	.94	.55	3.70	94	.5	3	2.2	Tr	83.1	.7	30	10	

Fonte: KAHN et alli., 1990.

A aceitação da viabilidade técnica e econômica do aproveitamento do minério fosfático residual de Angico dos Dias/Caracol, também é exposta por LIBERAL (1989) concordando com estudos da PAULO ABIB ENGENHARIA. (1987 e 1988) os quais também incluem ensaios de concentração gravítica que incorporam o uso da separação magnética a úmido, utilizando o minério mais rico, para a produção de concentrados comerciais.

Constata-se, portanto, a viabilidade de concentrar por flotação os diversos tipos de minérios que ocorrem em Angico dos Dias/Caracol e por separação magnética a úmido, o minério mais rico, conhecido como apatítito e apatítito recristalizado. PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. (1987 e 1988) afirma que o concentrado de flotação possível de ser obtido em Angico dos Dias/Caracol, poderá ser o concentrado brasileiro de mais altos teores em P_2O_5 e mais baixos teores de R_2O_3 e elementos radioativos.

Deve-se notar, porém, que a flotação pode exigir volumes de água até da ordem de $10,5 \text{ m}^3/\text{t}$ de minério alimentado à usina de beneficiamento e, no caso da lavagem/classificação e separação magnética, o consumo de água chega a $3 \text{ m}^3/\text{t}$ de alimentação (LUZ e ALMEIDA, 1989).

Considerando-se exclusivamente as reservas medidas de minério fosfático residual em Angico dos Dias/Caracol, constantes nos Relatórios de Pesquisa (MINERAÇÃO DIADEMA LTDA., 1992; LIBERAL, 1989), pode ser estabelecida a disponibilidade de minério constante do Quadro 1.

Quadro 1 – Reservas medidas de minério fosfático residual em Angico dos Dias (BA) e Caracol (PI)

Tipo de Minério	Local	Toneladas de minério	% P ₂ O ₅	Toneladas de P ₂ O ₅
Apatitito + Apatitito recristalizado	Angico dos Dias	6.780.525	22,04	1.494.428
Apatitito	Caracol	1.364.000	19,40	264.616
Subtotal	Angico dos Dias + Caracol	8.144.525	21,60	1.759.044
Outros tipos (micáceo, magnesiano e carbonatítico)	Angico dos Dias	8.250.848	11,11	916.669
Reserva medida total	Angico dos Dias + Caracol	16.395.373	16,32	2.675.713

Fonte: MINERAÇÃO DIADEMA LTDA., 1992 e LIBERAL, 1989

Para o beneficiamento a úmido do minério, salientando-se a necessidade de 5 a 10 toneladas de água para cada tonelada de minério, as possibilidades seriam a captação no Rio São Francisco (cerca de 130 km de distância) ou o abastecimento via poços subterrâneos perfurados nos aquíferos da bacia Maranhão/Piauí, em distância compatível com a viabilidade econômica do processo.

Tendo em vista a excepcional carência de água em Angico dos Dias/Caracol, onde a pluviosidade é inferior a 400 mm/ano e a evaporação superior a 2.000 mm/ano, uma alternativa de concentração a seco do minério residual foi estudada pelo CETEM, dentro de um projeto PADCT/GTM, copatrocinado pelo Grupo Galvani, atual detentor dos direitos minerários da área e responsável por operação similar de concentração a seco, em Irecê-BA.

Os estudos de caracterização mineralógica e tecnológica foram realizados em uma amostra com a composição expressa na Tabela 17, por NEUMANN & ALCOVER NETO, 1999. Posteriormente, LINS & MONTE, 1999, efetuaram testes de bancada, para concentração a seco, em alíquota da mesma amostra.

Tabela 17 – Composição química da amostra representativa do minério fosfático residual de Angico dos Dias/Caracol

Óxidos e Elementos	Concentração (%)	Óxidos e Elementos	Concentração (%)
SiO ₂	26	P ₂ O ₅	17,70
TiO ₂	0,70	P.F.	7,85
Al ₂ O ₃	10,00	TR ₂ O ₃	0,75
Fe ₂ O ₃	12,10	Total	97,19
MgO	0,28	U	< 10 ppm
MnO	0,67	F	1.150 ppm
CaO	20,70	Sr	> 5.000 ppm
H ₂ O	0,29	Ba	> 5.000 ppm
Na ₂ O	0,15	Th	, 5 ppm

Fonte: NEUMANN & ALCOVER NETO, 1999.

Por ser bastante elucidativo, transcreve-se, a seguir, o resumo executivo do trabalho realizado por NEUMANN & ALCOVER NETO, 1999:

“A caracterização do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol mostrou constituição mineralógica simples e favorável ao processamento. Predominam apatita e quartzo, caolinita, fosfatos de alumínio tipo crandallita e óxidos/hidróxidos de ferro, além de ilmenita, feldspatos, titanita e goethita subordinados. Uma característica do minério é a sua bimodalidade, com apatita mais grossa e melhor liberada e apatita fina em aglomerados com matriz de caolinita, fosfatos de alumínio secundários e óxidos/hidróxidos de ferro.

As frações acima de 150 malhas apresentam os melhores teores de P₂O₅, acima de 20%, e concentram mais de 80% do total do fosfato em menos de 60% da massa. Acima de 270 malhas concentram-se quase 87% do fosfato, em menos de 66% da massa. Os finos (-400 malhas) representam 10% do P₂O₅ em 30% da massa, de maneira que a perda de fosfato em eventual corte é proporcionalmente reduzida.

O total de magnéticos (até 10 kG) na amostra deslamada (+400 malhas) é de 26,8%. No caso de corte a 150 malhas, a fração magnética a 10 kG representaria por volta de 23% do total da massa, de maneira que deva ser possível conservar por volta de 80% do fosfato em aproximadamente 35% da massa. Numa eventual amostra classificada em 270 malhas, contendo 87% do P₂O₅ em 66% da massa, uma separação magnética a 10 kG eliminaria mais 25,6% da massa, concentrando os 87% do fosfato em 40% da massa.

A análise de imagens proporciona uma previsão de concentração da apatita em separação ideal, em função de teor de apatita, sua recuperação e o descarte de massa. É possível antever, por exemplo, um concentrado com aproximadamente 90% apatita

(correspondente, a grosso modo, a 38% de P_2O_5), com recuperação da ordem também de 90%, e descarte de massa de 55%.

Simulando-se um corte granulométrico a 150 ou a 270 malhas, o teor de apatita do retido sobe para, respectivamente, 53 e 56,1% de apatita, uma vez que as frações mais finas contêm teor do mineral abaixo da média. Não ocorrem, no entanto, incrementos substanciais no teor de apatita do concentrado; considerando-se classificação e separação ideal, pode-se prever um concentrado de granulometria acima de 270 malhas com teor de 91% de apatita (por volta de 38,6% de P_2O_5), recuperação global da apatita de praticamente 80%, e descarte total de 65% da massa. O mesmo teor pode ser obtido com corte a 150 malhas, mas a recuperação global de apatita cai a 72,7%, por conta de um descarte de massa total de praticamente 68%. Essas projeções indicam a conveniência de se incluir algumas frações mais finas no processamento, uma vez que a perda de fosfato fazendo-se o corte a 150 malhas é considerável, mas na dependência da conveniência também para o processo aplicado, uma vez que as simulações sempre utilizam separação ideal."

As pesquisas realizadas por LINS & MONTE, 1999, conquanto ainda não publicadas, permitem explicitar os seguintes pontos:

- o aumento da intensidade do campo magnético (até 21.000 G) resulta em aumento da remoção de ferro, bem como elevação dos teores em P_2O_5 , no concentrado não magnético;
- os melhores resultados nos ensaios de separação magnética de alta intensidade, a seco, foram obtidos com a fração – 1,19 + 0,074 mm, após o material ser submetido à atrição;
- a recuperação de P_2O_5 no concentrado não magnético atingiu pouco mais de 60% do fosfato contido na amostra original, obtendo-se teores de P_2O_5 , no concentrado, superiores a 37,0%;
- nos concentrados não magnéticos de maior teor em P_2O_5 , os teores de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 e MgO , estão, respectivamente, ao redor de 19,1%, 1,5%, 1,8% e 0,3%, demonstrando a possibilidade de obtenção de concentrados adequados à produção de ácido fosfórico e fosfatados solúveis, por concentração a seco.

Os resultados já obtidos a seco, aliados aos dados de separação magnética a úmido (KAHN et all., 1990), permitem concluir que a concentração a seco do apatitito e do apatitito recristalizado, os quais representam cerca de 56,7% do P_2O_5 contido no minério residual de Angico dos Dias/Caracol, é uma

operação plenamente viável. Tais minérios, além de possuírem maior teor de P_2O_5 "in situ" do que a amostra estudada no CETEM, registram teores de SiO_2 expressivamente inferiores aos da amostra já referida.

A grande vantagem de ser possível a concentração a seco de pouco mais da metade das reservas medidas, é a possibilidade de redução das necessidades de água. Projetando-se, por exemplo, uma recuperação global de 75% do P_2O_5 contido (lavra + beneficiamento) e levando-se em conta que a vida útil de um depósito mineral normalmente não deve ser inferior à faixa entre 18/20 anos, em qualquer estudo mais acurado de viabilidade econômica, chega-se a um valor máximo de produção possível em Angico dos Dias/Caracol da ordem de 108.000 t/ano P_2O_5 , ou seja, 300.000 t/ano de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , segundo dados do Quadro 1, permitindo seu amplo uso industrial.

Considerando-se o teor médio da reserva medida (16,32% P_2O_5) e a recuperação projetada (75%), cada tonelada de concentrado a 36% P_2O_5 requererá 2,94 toneladas de minério. Considerando-se, ainda, que seja feito um excepcional projeto de recuperação de água, no caso de beneficiamento exclusivo por flotação, atingindo-se a baixíssima taxa de 5 toneladas de água por tonelada de minério, haverá a necessidade de um aporte hídrico da ordem de 550 m³/h, o que representa o consumo de uma cidade com cerca de 66.000 habitantes.

Caso metade da reserva venha a ser recuperada por concentração a seco, a metade restante terá um teor médio de 11,11% P_2O_5 . Neste caso, e considerando que cada tonelada de concentrado a 36% P_2O_5 requererá 4,32 toneladas de minério, mantidos os mesmos parâmetros anteriores, será da ordem de 810 m³/h, a necessidade de água para o beneficiamento.

Uma solução mista, com metade do concentrado sendo produzido a seco e a outra metade por método tradicional de flotação, reduziria as necessidades de água, no caso acima, para 405 m³/h. De uma maneira geral, qualquer que seja o consumo de água, a solução mista reduzirá em cerca de 26% as necessidades hídricas de um processo de concentração convencional, caso aplicado a toda a jazida.

Assim sendo, desde a concepção do projeto básico de beneficiamento, a alternativa de uma solução mista para a concentração do minério fosfático residual de Angico dos Dias/Caracol, tem que ser considerada. Já o minério primário, de uso futuro, cuja existência está provada, sem contudo existirem quantificações do mesmo, somente poderá ser beneficiado por métodos convencionais de flotação, em face da presença acentuada de carbonato de cálcio, associado à apatita.

Segundo informações do engenheiro de minas Normando Lins, da Shaft Consultoria Ltda. (RJ), possuidor de larga experiência na perfuração de poços profundos em sedimentos, a descoberta da presença de grabens e seus lineamentos, em regiões da borda sudeste da Bacia do Parnaíba, no Estado do Piauí, em áreas próximas da fronteira com o Estado da Bahia, tem permitido a perfuração de poços naquela área, com profundidades entre 600 e 900 m, apresentando vazões compatíveis com as necessidades do projeto de mineração. Em face de trabalhos anteriores, julga aquele técnico ser viável a existência de grabens a distâncias da jazida da ordem de 30 km, o que permitiria a obtenção de vazões expressivas, até com cerca de 400 m³/h, em função do rebaixamento a ser efetuado no poço.

Considerando para a distância mencionada o custo de R\$ 140.000,00/km, para a linha de adução de água, R\$ 600.000,00 o custo de perfuração e instalação do poço, e R\$ 200.000,00 de despesas eventuais, haverá a necessidade de uma inversão inicial de R\$ 5.000.000,00, para possibilitar o uso de água subterrânea no processo de concentração do minério.

Já a implantação da unidade de concentração deverá custar cerca de R\$ 50,00 por tonelada de concentrado produzido por ano, ou seja, R\$ 15.000.000,00. Essa estimativa considerou parâmetros levantados em recentes instalações que produzem concentrado fosfático em Irecê-BA e Lagamar-MG, bem como incorporou dados atualizados de antigo projeto (PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a), além de prever a contratação da lavra com terceiros. Pode ser estimada a seguinte distribuição de inversões

fixas. As inversões previstas na mineração se encontram explicitadas na Tabela 18.

Tabela 18 – Cronograma de desembolso para a implantação da mineração em Angico dos Dias (em R\$ 1.000,00)

Atividades	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4
	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	TOTAL
1. Projeto básico	300	-	-	-	-	-	300
2. Projeto detalhado	-	800	300	-	-	-	1.100
3. Suprimentos	-	3.000	3.500	2.000	-	-	8.500
4. Obras civis	-	5.000	1.500	1.000	-	-	7.500
5. Montagem	-	-	200	600	400	-	1.200
6. Pré-operação	-	-	-	-	600	800	1.400
TOTAL	300	8.800	5.500	3.600	1.000	800	20.000

Fonte: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, com adaptações do autor.

Um resumo dos custos operacionais do empreendimento também pode ser feito, utilizando-se as mesmas fontes dos parâmetros anteriores, e acrescentando-se dados específicos do minério de Angico dos Dias/Caracol. Inicialmente, no tocante à lavra, verifica-se que uma solução mista de concentração, com recuperação global de 75% P_2O_5 requererá (Quadro 1) 3,27 toneladas de minério por tonelada de concentrado, o que significa cerca de 1.000.000 de t/ano de alimentação ao beneficiamento. Contratando-se a lavra e o transporte à usina de concentração por um valor razoável (R\$ 3,00/t) ter-se-á um custo de lavra de R\$ 3.000.000,00/ano.

Quanto às necessidades de pessoal, pode ser previsto um total de 100 pessoas, assim distribuídas:

Gerente geral	1
Supervisores técnicos	4
Administrativos	8
Pessoal de operações da usina	36
Pessoal de laboratório	8
Pessoal de segurança	4
Pessoal de monitoração e controle ambiental	4
Pessoal de controle e tratamento d'água	4
Pessoal de controle e tratamento de rejeitos	8
Pessoal de almoxarifado	4
Auxiliares técnicos de eletricidade	8
Auxiliares técnicos de manutenção	<u>11</u>
TOTAL	100

A folha de pagamento, nela incluídos os encargos sociais e benefícios, foi estimada em R\$ 2.000.000,00/ano. Considerando outros itens do custo operacional e adotando-se para os mesmos os percentuais indicados pelos estudos da PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. (1988a), aliados às estimativas de custos obtidas em Irecê e Lagamar, é possível estabelecer a Tabela 19, contemplando os custos operacionais previstos.

Tabela 19 – Previsão de custos operacionais para a produção de concentrado fosfático em Angico dos Dias/Caracol.

Itens	Valor anual em R\$	Custo em R\$/t de concentrado
Lavra contratada	3.000.000,00	10,00
Mão-de-obra (c/ encargos)	2.000.000,00	6,67
Material de manutenção e consumo	1.500.000,00	5,00
Reagentes	700.000,00	2,33
Energia elétrica	1.200.000,00	4,00
Combustíveis e lubrificantes	750.000,00	2,50
Despesas diversas	350.000,00	1,17
CUSTO OPERACIONAL	9.500.000,00	31,67

Fontes: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. (1988A), GALVANI INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA., com adaptações do autor.

Como o investimento total previsto é de R\$ 20.000.000,00, a depreciação anual de 12% representa R\$ 2.400.000,00, ou seja, R\$ 8,00/tonelada de concentrado. Considerando ainda que o investimento seja financiado em 50%, o capital próprio será de R\$ 10.000.000,00. Os juros anuais incidentes sobre o capital próprio foram estimados em 8%, o que representa R\$ 800.000,00 por ano ou uma incidência de R\$ 2,67/tonelada de concentrado. Assim sendo, o custo industrial total da tonelada de concentrado a ser produzido em Angico dos Dias/Caracol, está calculado em R\$ 42,34.

Para efeito de cálculo de rentabilidade do complexo químico, será considerado um preço de venda FOB de R\$ 60,00 por tonelada de concentrado. Prevendo-se uma incidência de impostos de 3,65% sobre o faturamento (PIS, COFINS) e despesas de 4% referentes a custos diversos, inclusive CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, *royalties* do superficiário, bem como movimentação e carregamento do concentrado, a mineração ainda terá uma margem operacional da ordem de 22% sobre o faturamento bruto, o que é bastante razoável.

5. JUSTIFICATIVAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PÓLO DE FERTILIZANTES NO NORDESTE DO BRASIL

O Governo Federal encampou a idéia dos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento. Em que pesem possíveis críticas à forma restrita de discussão e elaboração deste Programa, não resta dúvida que, sem uma visão estratégica e de longo prazo, não é possível se pensar em desenvolvimento sustentável.

Recentemente foi aprovado pelo Congresso o Plano Plurianual para o período 2000-2003, detalhando a primeira etapa do plano global 2000-2007, que prevê investimentos públicos e privados no valor de R\$ 317 bilhões. Para o Nordeste é dada ênfase especial ao Eixo São Francisco, interessando primordialmente áreas adjacentes ao rio do mesmo nome.

Em termos de recursos hídricos relacionados ao semi-árido, estão previstos no período 2000-2007 investimentos de R\$ 8,6 bilhões, destinados a barragens, adutoras, canais, transposição de bacias hidrográficas, irrigação e água subterrânea, integrados a outros investimentos nas áreas de energia, transportes e telecomunicações.

Segundo a revista O EMPREITEIRO, junho/2000, a transposição de águas do rio São Francisco exigirá recursos de R\$ 4,1 bilhões em projetos e obras de engenharia, sendo R\$ 1,3 bilhão referente à transposição de águas da bacia do rio Tocantins para o São Francisco. Esta solução permitirá a disponibilidade de 127 m³/s de água, beneficiando cerca de 200 municípios no semi-árido do Nordeste Setentrional, abrangendo uma área de 180.000 km².

É absolutamente previsível que a ampliação das disponibilidades hídricas acarrete crescimento agrícola superior ao normalmente esperado. Atualmente, independentemente dos programas e projetos mencionados, existe um extraordinário crescimento do perímetro irrigado às margens do São Francisco, principalmente nos arredores das cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA).

Além da expansão da fruticultura irrigada, verifica-se pelos dados da ANDA grande crescimento da produção agrícola, principalmente nas regiões de

Balsas (MA) e Barreiras (BA), com plantações de soja, milho e café. Considerando por exemplo que o milho representa de 60% a 70% do custo de produção do frango e do suíno, é também previsível que a interiorização da produção de grãos no semi-árido, em decorrência de maior disponibilidade de água e fertilizantes, atraia criadores e industriais para as proximidades das áreas plantadas.

Também estão retornando ao Nordeste culturas antes tradicionais como, por exemplo, o algodão, agora com base no algodoeiro herbáceo, em especial no Ceará e na Paraíba. Na temporada de inverno, a produtividade do feijão na Bahia já atinge cerca de 2.500 kg/ha, tornando-se a maior do país.

Quanto à pecuária, convém lembrar, conforme anteriormente explicitado na tabela 6, a previsão de 507% de aumento na demanda de fertilizantes para pastagens, entre 1998 e 2008. Além do objetivo governamental de transformar o Brasil no maior exportador mundial de carne bovina, verifica-se também grande defasagem entre o Brasil e outros parceiros do Mercosul, com referência ao consumo interno de carne bovina. Enquanto o uruguaio come em média 62,9 quilos por habitante/ano e o argentino 57,9 quilos, o brasileiro consome 37,4 quilos por habitante/ano, evidenciando um grande mercado potencial interno, também existente no Nordeste.

É certo que nem todas as metas previstas serão alcançadas; é também certo que o alcance ou superação de algumas metas poderá influir consideravelmente na previsão de consumo de fertilizantes adotada no presente trabalho. No entanto, qualquer que seja a demanda final, o Nordeste continuará a importar fertilizantes fosfatados, em escala crescente. Urge, portanto, aproveitar as jazidas de fosfato que apresentem melhores condições para produção, como é o caso de Angico dos Dias/Caracol.

Considerando a localização da jazida, relativamente próxima às áreas irrigadas e irrigáveis do semi-árido nordestino, já em franco desenvolvimento agrícola, seu aproveitamento deverá dar origem a um novo pólo de fertilizantes, tendo como base os fosfatados solúveis.

Deve ser lembrado que, a exemplo do que ocorreu em todo o Brasil, a implantação da indústria de fertilizantes do Nordeste foi baseada na importação

inicial de misturas e, posteriormente, de matérias-primas básicas e intermediárias, ficando restrita ao litoral.

A descoberta de fosforita em Olinda/Paulista, no Estado de Pernambuco, sinalizou que haveria a continuação dessa política industrial, principalmente por ser a zona canavieira, também litorânea, a grande consumidora de fertilizantes. Apesar do posterior fechamento da Fosforita Olinda S.A., a descoberta de potássio e a produção de amônia e uréia, também próximas ao litoral, manteve acomodada a distribuição geográfica do sistema inicialmente implantado.

Somente no início da década de 90, com as dificuldades da indústria açucareira, aliadas à expansão da fronteira agrícola para o interior, principalmente na região de Barreiras/BA, a oeste do Rio São Francisco e no entorno do perímetro irrigado em Petrolina/PE e Juazeiro/BA, às margens do mesmo rio, a indústria de fertilizantes despertou para a nova realidade que hoje se projeta ainda com mais vigor.

Data de 1992 a implantação, em Barreiras/BA, da primeira fábrica de fertilizantes simples no interior do Nordeste, a Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., utilizando rocha fosfática proveniente de Lagamar/MG e ácido sulfúrico adquirido à Caraíba Metais S.A., em Camaçari/BA. Atualmente a indústria utiliza preferencialmente o concentrado obtido em Irecê/BA e produz o ácido sulfúrico que consome, sendo a grande fornecedora de fertilizantes naquela região, que já diversifica sua área plantada até com o café.

Somando-se ao desenvolvimento da região de Barreiras, continuam em pleno andamento as mudanças positivas no espectro agrícola do Nordeste. O Estado do Piauí, com foco principal no vale do Gurguéia, e o Estado do Maranhão, com ênfase à região de Balsas, aumentaram no último quinquênio, respectivamente, em 23,4 % e 22%, o consumo de fertilizantes. A Bahia, como um todo, hoje já responde por quase 60% do total de fertilizantes consumidos no Nordeste. Crescimentos mais modestos de consumo também são notados no Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe. Praticamente, apenas os Estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, afetados pela recessão da indústria açucareira local, tiveram queda no consumo de fertilizantes, ao longo dos cinco últimos anos.

Além do crescimento produtivo das áreas mencionadas, bem como dos diversos projetos de irrigação implantados no Nordeste, que já alcançavam 260.000 ha em 1996, existem ainda disponíveis cerca de 540.000 ha irrigáveis, apenas na bacia do rio São Francisco. Se for considerado todo o semi-árido nordestino, a área potencialmente irrigável atinge 1.600.000 ha (CODEVASF, 1996).

Vê-se, portanto, tanto à luz de projeções de dados históricos, em áreas já em desenvolvimento, quanto em face de novas perspectivas a serem abertas com a maior disponibilidade de água na Região, que o consumo de fertilizantes no Nordeste poderá crescer em números bem mais expressivos que os previstos no presente trabalho. Há também uma grande certeza: a maior demanda estará concentrada longe do litoral, favorecendo a interiorização da produção de fertilizantes.

Em face das disponibilidades e carências analisadas, tal interiorização deverá ter como base os fosfatados solúveis, obtidos a partir da produção de concentrados em Angico dos Dias/Caracol. A amônia e a uréia deverão ser fornecidas pela PETROBRÁS, a partir de Laranjeiras/SE, e o cloreto de potássio virá da produção da CVRD, em Taquari/Vassouras, também no mesmo estado. A única matéria-prima obrigatoriamente importada será o enxofre, a ser internado a partir do porto de Aratu/BA.

Considerando a produção de concentrados em Angico dos Dias/Caracol de 300.000 t/ano, ou seja, 108.000 t/ano de P_2O_5 , verifica-se que este conteúdo em nutriente representa, respectivamente, 85%, 71% e 62% P_2O_5 , dos menores déficits em P_2O_5 para fertilizantes, previstos em 2003, 2007 e 2010 (Tabela 12). Se comparado o mesmo valor em P_2O_5 (108.000 t/ano) com as menores demandas previstas em 2003, 2007 e 2010, a produção na mina corresponderá, respectivamente, a 61%, 54% e 48%, das necessidades regionais de fósforo para fosfatados solúveis, expressas sob a forma de concentrados a serem industrializados regionalmente.

É evidente que um crescimento da demanda superior ao aqui previsto, alternativa plenamente viável, fará retroceder tais percentuais. De qualquer forma verifica-se que, embora o minério residual de Angico dos Dias/Caracol

não possibilite a auto-suficiência regional em fósforo, sua contribuição é bastante significativa, contribuindo de maneira especial para a interiorização da indústria de fertilizantes no Nordeste.

Para a concepção do projeto industrial, tornou-se imprescindível definir a utilização do concentrado produzido, levando-se em conta as necessidades regionais. Propositadamente, todos os levantamentos e discussões sobre o tema, objetivaram prioritariamente atender à demanda de fosfatados e suas misturas na Região Nordeste, bem como suprir pelo menos parcialmente alguns outros produtos atualmente adquiridos fora da Região, salientando-se o fosfato bicálcico para alimentação animal.

Visando a maior segurança no perfil produtivo a ser adotado, foram tomados números conservadores como parâmetros para projeções de consumo, ou seja, demandas de 1999, sabidamente um ano de retração no uso de fertilizantes, tanto no Nordeste quanto no Brasil.

Com a finalidade de determinar custos finais ao consumidor, foram considerados em suas devidas oportunidades os preços de fretes ferroviários, hidroviários e rodoviários, revelados em pesquisas de campo, bem como em dados obtidos em agosto de 1999 pela Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda., sediada em Petrolina/PE, e aqueles constantes nos estudos de isofretes feitos pela ANDA, 1999b.. O levantamento de preços de produtos fosfatados vigentes em agosto de 1999, em Petrolina/Juazeiro, também foi realizado pela Delta.

Segundo dados da ANDA, e enfatizando-se o consumo de fosfatados e suas matérias-primas, em 1999, pôde ser estabelecido um quadro de importações, incluindo produtos intermediários para fertilizantes, referentes aos portos de Itaqui/MA, Recife/PE, Maceió/AL e Aratu/BA, conforme explicitado no Quadro 2.

Outro quadro interessante pôde ser elaborado a partir dos mesmos dados da ANDA, levando-se em conta, neste caso, os valores em dólares envolvidos nas importações. Tais números constam do Quadro 3.

Quadro 2 – Importações no Nordeste de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em t) – Ano 1999

Portos Produtos	Itaqui	Recife	Maceió	Aratu	Total em t de produto	Total em t de P ₂ O ₅
	SSP	20.400	2.500	-	4.000	26.900
SSP amoniado	-	-	-	2.000	2.000	400
TSP	17.825	2.600	2.000	36.919	59.344	27.299
MAP	28.391	12.956	18.940	86.197	146.484	76.172
Fosfato natural aplicação direta	20.300	-	4.000	12.200	36.500	11.680
Rocha fosfática	-	-	5.000	83.600	88.600	30.124
Fertilizantes complexos	11.812	-	-	700	12.512	2.666
TOTAL	98.728	18.056	29.940	225.616	372.340	153.721

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

Quadro 3 – Importações no Nordeste de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes (em US\$) – Ano 1999

Itens	Valores Unitários em US\$		Importações do Nordeste em t de produto	Valor total FOB das importações em US\$	Valor total CIF das importações em US\$
	FOB	CIF			
SSP	91.47	103.08	26.900	2,460,543.00	2,772,852.00
SSP amoniado	91.47	103.08	2.000	182,940.00	206,160.00
TSP	156.37	168.06	59.344	9,279,621.30	9,973,352.60
MAP	197.55	207.48	146.484	28,937,914.00	30,393,965.00
Fosfato natural para aplicação direta	56.00	62.35	36.500	2,044,000.00	2,275,775.00
Rocha fosfática	56.00	62.35	88.600	4,961,600.00	5,524,210.00
Fertilizante s complexos	200.88	214.51	12.512	2,513,410.60	2,683,949.10
TOTAL			372.340	50,386,028.90	53,830,263.70

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999

Pelos Quadros anteriores verifica-se que 87% dos fertilizantes importados pelo Nordeste, em 1999, entraram pelos portos de Aratu (60,5%) e Itaqui (26,5%). A análise dos dados históricos do quinquênio, disponíveis nos Anuários Estatísticos Setor de Fertilizantes da ANDA, confirma a preferência destes portos pelo setor importador de fertilizantes, principalmente objetivando o abastecimento do interior. Os portos de Recife e Maceió têm vocação preferencial voltada ao abastecimento das necessidades da indústria açucareira local.

O novo pólo, portanto, deverá ter competitividade com o produto importado, principalmente nas regiões de Petrolina/Juazeiro, áreas plantadas no Maranhão e Piauí, Sul e Sudoeste da Bahia, bem como em outras áreas irrigáveis do semi-árido nordestino.

Considerando-se os preços CIF dos produtos importados pelo Nordeste, e adicionando-se aos mesmos o Imposto de Importação (9% do valor CIF), os custos de internação portuária e carregamento (cerca de R\$ 14,50/t), bem como o frete até a região de Petrolina/Juazeiro, sendo rodoviário a partir de Itaqui (R\$ 65,00/t) e ferroviário a partir de Aratu (R\$ 30,00/t), ter-se-ão os valores discriminados na Tabela 20. Nos preços em dólares foi usada a taxa de conversão (agosto 1999) de R\$ 1,80/US\$ 1.00.

Tabela 20 – Preços calculados e preços reais, em Petrolina/Juazeiro, de alguns fertilizantes importados – Ano 1999

Produto	Preço médio do produto internado nos portos de Aratu e Itaqui (em R\$/t)	Preço calculado em Petrolina/Juazeiro a partir do valor CIF internado (em R\$/t)		Preço médio real de venda em Petrolina/Juazeiro (em R\$/t)
		Vindo de Aratu	Vindo de Itaqui	
SSP	216,74	246,74	281,74	324,60
TSP	324,87	354,87	389,87	530,00
MAP	421,60	451,60	486,60	584,00
Fosfato natural p/ aplicação direta	136,83	166,83	201,83	-
Rocha fosfática	136,83	166,83	201,83	-
Fertilizantes complexos	435,37	465,37	500,37	(6:24:12) 441,00

Fonte: DELTA e ANDA, 1999b.

Dos valores discriminados na Tabela 20, nota-se que apenas o fertilizante complexo (6:24:12) tem preço de venda real inferior ao calculado. Todos os demais preços vigentes em Petrolina/Juazeiro superam os preços calculados, salientando-se especialmente o TSP, comprovando mais uma vez a necessidade de interiorização, quando possível, da produção de fosfatados solúveis. O levantamento de preços em Petrolina/Juazeiro, demonstrou ainda que o ácido fosfórico (50% P_2O_5), vendido em bombonas de 90 kg, custa R\$ 1.125,00 por tonelada e o fosfato bicálcico atinge os R\$ 630,00 por tonelada.

Assim sendo, o perfil industrial do novo pólo, além de procurar atender as necessidades de produtos fosfatados, evidenciadas pela importação, deverá propiciar a formação de preços compatíveis com aqueles atualmente obtidos, seja por aquisição no exterior, seja por compra em outras regiões do país.

Ainda considerando estatísticas da ANDA, verifica-se que, em 1999, as formulações entregues ao consumidor final do Nordeste atingiram 810.677 toneladas, praticamente compostas em sua totalidade por misturas granuladas, sendo de 408.860 toneladas a entrega de fertilizantes simples. Desta forma, a quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final no Nordeste, em 1999, alcançou 1.219.537 toneladas (Tabela 10). Considerando-se a menor taxa de crescimento prevista (3,5% a.a.), esse último valor atingirá, em 2003, cerca de 1.400.000 toneladas.

6. A CONCEPÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL DO NOVO PÓLO

As diversas alternativas para a concepção de um projeto industrial, a partir de 300.000 toneladas de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , foram objeto de discussão com vários produtores e distribuidores da Região, tendo sido adotada neste trabalho o perfil produtivo que melhor obedece às seguintes premissas:

- a tecnologia a ser empregada no projeto, deve ter sido testada e aprovada em projetos similares, porém, também, deve ser compatível com os preceitos do desenvolvimento sustentável;
- a produção de fertilizantes destinada ao consumidor final não deve exceder 25% do mercado em 2003, ou seja, deve ser inferior a 350.000 toneladas/ano;
- o projeto industrial deve incorporar um leque de produtos que permita ampliações e/ou retrações da produção de determinados itens, em função de maior ou menor demanda de um produto específico;
- o abastecimento de rocha fosfática para atender às próximas necessidades da unidade de SSP, instalada no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste), na região de Barreiras/BA, deve ser priorizado;
- os preços a serem praticados deverão ter competitividade com aqueles atualmente vigentes, nas mais importantes regiões de consumo;
- as perspectivas de mercado adotadas devem guardar coerência com a realidade que já começou a ser implantada no Nordeste, e manter sintonia com as previsões de crescimento mais factíveis;
- o consumo de produtos fosfatados não explicitados nas estatísticas da ANDA, deve ser objeto de atenção, tendo em vista que já são hoje adquiridos de fontes externas à Região.

Com relação aos últimos produtos citados, foram examinados os consumos de ácido fosfórico em solução (50% P_2O_5) e fosfato bicálcico (42% P_2O_5). O primeiro é utilizado em perímetros irrigados, isolada ou conjuntamente

com outros nutrientes, especificamente na irrigação por gotejamento. Já o fosfato bicálcico é um importante componente da alimentação animal.

No que diz respeito ao consumo de ácido fosfórico em solução, não existem estatísticas disponíveis. Normalmente o produto é adquirido na Região Centro, acondicionado em bombonas especiais, chegando ao Nordeste por via rodoviária. Como resultado de consulta feita a vários especialistas em irrigação, pôde ser estimado que dos 260.000 ha irrigados no Nordeste, apenas cerca de 100.000 ha utilizem o produto, na proporção anual de 100 kg/ha, o que daria um consumo, em 1999, da ordem de 10.000 t/ano, prevendo-se um percentual de crescimento para o consumo bastante superior àquele citado para os fertilizantes sólidos. Supondo um acréscimo de 10% a.a., chegar-se-á, em 2003, a um consumo de ácido fosfórico, em solução, na faixa das 14.600 toneladas.

Quando ao fosfato bicálcico, resalte-se inicialmente que o Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo (atrás da Índia) e o terceiro maior efetivo de suínos e frangos (depois da China e EUA), de acordo com estatísticas da FAO (EDITORA ABRIL, 2000).

Vale salientar ainda que a moderna tecnologia de criação, empregada na pecuária bovina intensiva, tem grande reflexo na demanda de fosfato bicálcico. O aumento do percentual de alimentação mineral do gado, tecnicamente controlado, tem influência decisiva na produtividade do rebanho.

Outro ponto a considerar é o aumento no consumo interno de frangos. Com o "Plano Real" houve um extraordinário crescimento no consumo nacional de carne de frango que passou de 13,6 kg/hab/ano, em 1990, para 24,5 kg/hab/ano, em 1997. No mercado externo o Brasil exportou 700 mil toneladas de carne de frango, em 1998, contra 434 mil toneladas, em 1995. Houve uma real expansão do mercado naquele período, totalizando 61,3% de aumento (EDITORA ABRIL, 2000).

Segundo os dados mais recentes do IBGE, mostrados na Tabela 21, o Brasil possuía, em 1997, cerca de 161 milhões de cabeças de gado, 29 milhões de suínos, 14 milhões de ovinos, 8 milhões de caprinos e 760 milhões de aves.

Tabela 21 – Rebanho brasileiro – Evolução anual

Efetivo	1991	1993	1995	1997
Bovinos	152.135.505	155.134.073	161.227.938	161.409.155
Suínos	34.290.275	34.184.187	36.062.103	29.637.116
Ovinos	20.127.945	18.008.283	18.336.432	14.530.972
Caprinos	12.172.146	10.618.531	11.271.653	7.967.619
Aves	594.392.594	654.167.008	729.531.299	760.362.064

Fonte: IBGE *apud* ALMANAQUE ABRIL, 2000.

A Tabela 22 apresenta o rebanho nordestino, em 1997, possibilitando compará-lo, em que pesem as lacunas existentes, com o rebanho nacional. De tal comparação, nota-se que o rebanho bovino do Nordeste representa cerca de 15% do rebanho brasileiro, o suíno 23%, o ovino 48%, o caprino 92% e o efetivo avícola 12%.

Tabela 22 – Rebanho nordestino – 1997

Efetivo	Maranhão	Piauí	Ceará	Rio Grande do Norte	Paraíba	Pernambuco	Alagoas	Sergipe	Bahia	Total
Bovinos	3.905.623	1.736.997	2.410.956	941.048	1.303.010	1.681.488	956.013	946.151	9.946.599	23.827.885
Suínos	1.883.382	1.415.067	1.081.875	N.D.	131.559	428.184	106.922	N.D.	1.832.058	6.879.047
Ovinos	N.D.	1.342.504	1.651.286	391.089	373.818	594.714	N.D.	81.226	2.514.772	6.948.809
Caprinos	318.299	1.521.774	810.730	226.241	414.151	1.291.669	N.D.	N.D.	2.784.188	7.367.052
Aves	11.466.150	N.D.	21.180.032	N.D.	N.D.	29.801.502	N.D.	N.D.	27.830.096	90.277.780

N.D. = Não disponível

Fonte: IBGE, *apud* ALMANAQUE ABRIL, 2000

Considerando-se o consumo nacional de fosfato bicálcico, no período 97/99, a previsão dos produtores para 2000, e uma taxa conservadora de 4% ao ano, a partir do corrente ano (os últimos anos têm tido taxas de crescimento de demanda da ordem de 10%), pode ser feita uma previsão de demanda para o ano 2003, de cerca de 700 mil toneladas, conforme expresso na Tabela 23. Caso as taxas de crescimento continuem de 10% ao ano, ao longo do período, a demanda nacional, em 2003, ultrapassará as 830.000 toneladas.

Tabela 23 – Demanda brasileira estimada para consumo de fosfato bicálcico (em 10³ toneladas de produto)

Ano	Demanda estimada
1997 (*)	460
1998 (*)	520
1999 (*)	570
2000 (**)	628
2001 (***)	653
2002 (***)	679
2003 (***)	706

(*) Consumo efetivo, segundo dados colhidos junto ao SINDIRAÇÕES

(**) Previsão de consumo segundo o SINDIRAÇÕES.

(***) Previsões de consumo com 4% a.a. de crescimento da demanda.

Embora não existam estatísticas específicas publicadas, como no caso dos fertilizantes, o consumo do Nordeste é estimado pelos produtores de fosfato bicálcico em cerca de 10% do consumo nacional, o que representou, em 1999, cerca de 57.000 toneladas e, em 2003, mantidas as mesmas proporções, atingirá um total próximo de 70.000 toneladas.

Considerando os números da ANDA referentes a fertilizantes entregues ao consumidor final no Nordeste, em 1999, bem como as estimativas feitas acerca da utilização do ácido fosfórico em solução e da aquisição de fosfato bicálcico, pode ser estabelecido o perfil de consumo constante da Tabela 24, projetando-se para 2003 o consumo dos fertilizantes, a uma taxa mínima de 3,5% ao ano, enquanto são mantidas para o ácido fosfórico em solução e para o fosfato bicálcico as mesmas estimativas anteriormente descritas.

Tabela 24 – Consumo em toneladas de alguns produtos fosfatados no Nordeste Anos 1999 e 2003 (previsão)

Produtos	Consumo Ano 1999	Consumo Ano 2003 (e)
Formulações granuladas	65	75
Formulações em pó	6.685	7.671
Mistura de grânulos	803.927	922.525
Fertilizantes simples	408.860	469.176
Ácido fosfórico solução	10.000	14.600
Fosfato bicálcico	57.000	70.000

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES, 1999 e estimativas do autor (e)

Nota-se na Tabela 24 que as formulações granuladas, com diminutas quantidades entregues ao consumidor final, atestam a inexistência na Região de empresas granuladoras, aliada à presença quase que exclusiva de empresas misturadoras, que já adquirem os produtos granulados. É possível que nas próximas estatísticas seja incluída a capacidade de granulação da Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., situada no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste), atualmente estimada em 70.000 t/ano de formulações.

A mesma Tabela 24 permite ainda visualizar uma grande contribuição à concepção do perfil do novo pólo. Tendo em vista que o mesmo possuirá a condição marcante de disponibilidade de P_2O_5 , torna-se evidente que as formulações granuladas e/ou mistura de grânulos nele produzidas deverão ter a tendência predominante de incorporar fósforo, em maiores proporções, o que lhe conferirá uma situação de primazia regional com relação a este nutriente.

Levando-se em conta os dados e observações já expostos, conclui-se que o projeto industrial do novo pólo deve prever a obtenção de um conjunto composto dos seguintes produtos finais para venda: ácido fosfórico solução (50% P_2O_5), fosfato bicálcico (42% P_2O_5), MAP granulado (11-53-00), TSP granulado (44% P_2O_5), SSP granulado (20% P_2O_5), N-P-K granulado e N-P-K mistura de grânulos (ambos com maior apelo ao P_2O_5) e ácido fluossilícico (subproduto de processo).

Como já mencionado anteriormente, a produção modular de tal gama de itens também permite, com mais facilidade operacional, o aumento ou diminuição da quantidade de determinado produto final, sujeito a uma maior ou menor demanda conjuntural. O novo pólo será assim integrado por uma mina de fosfato e um complexo químico, cujo foco principal e base produtiva estarão centralizados nos fertilizantes fosfatados solúveis e outros produtos fosfatados, já consumidos atualmente no Nordeste.

Consoante as premissas anteriormente estabelecidas, foi analisado em detalhe o quadro de consumo de fertilizantes do Nordeste, realizada uma pesquisa de tendências em campo, bem como discutido com produtores e usuários, especialmente com a Irecê Mineração e Comércio Ltda. e com a Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., o perfil industrial do novo pólo para que melhor atenda ao mercado, a partir de 2003.

Inicialmente foi verificado que a Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda. tem interesse de adquirir, para utilização em sua unidade industrial localizada no município de Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste/BA), em torno de 40.000 t/ano de concentrados, o que reduz para 260.000 t/ano, ou seja, cerca de 93.600 toneladas de P_2O_5 /ano, a disponibilidade de fosfato para o novo pólo.

Considerando as necessidades do mercado e a disponibilidade de rocha fosfática, o perfil produtivo mais indicado e passível de modulação, inclui os seguintes produtos intermediários e fertilizantes básicos: ácido sulfúrico, ácido fosfórico, superfosfato simples pó e superfosfato triplo pó. Esta, portanto, deverá ser a base inicial de produção do novo pólo de fertilizantes.

Dentro da realidade de produção e mercado, e decorrente das diversas pesquisas e contatos mantidos, juntamente com a análise da demanda para o ano 2003 e seguintes, foi adotado o perfil produtivo constante da Tabela 25, contemplando a fabricação de produtos intermediários e fertilizantes básicos, partindo-se de uma disponibilidade de 260.000 toneladas de rocha por ano, contendo cerca de 36% P_2O_5 .

Tabela 25 -- Produção e consumo de produtos intermediários e fertilizantes básicos previstos para o novo pólo a ser implantado (em t/ano)

ITENS	PRODUÇÃO	CONSUMOS DAS MATÉRIAS-PRIMAS				GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS			
		ENXOFRE	ROCHA	SULFÚRICO	FOSFÓRICO	FOSFOGESSO	ÁCIDO FLUOSSILÍCICO	ENERGIA	
Ácido Sulfúrico (98% H ₂ SO ₄)	200.000	68.000	-	-	-	-	-	4,0 MW	
Ácido Fosfórico (100% P ₂ O ₅)	60.000	-	180.000	160.000	-	300.000	3.200	-	
TSP pó (42% P ₂ O ₅)	48.000	-	20.000	-	14.700	-	300	-	
SSP pó (18% P ₂ O ₅)	110.000	-	60.000	40.000	-	-	1.200	-	
SOMA DOS CONSUMOS		68.000	260.000	200.000	14.700	300.000	4.700	4,0 MW	

A Tabela 25 foi elaborada utilizando-se parâmetros estequiométricos e rendimentos industriais habitualmente conseguidos. Saliente-se ainda que em decorrência da produção prevista serão obtidos como subprodutos cerca de 300.000 t/ano de fosfogesso, 4.700 t/ano de ácido fluossilícico e disponibilizados, em co-geração, 4,0 MW, com o uso do calor produzido pela reação exotérmica do enxofre, ao ser transformado em ácido sulfúrico.

Na realidade a co-geração é maior tendo em vista que cada tonelada de ácido sulfúrico produzido dá origem a 1,3 tonelada de vapor a 400°C, com 40 kg/cm² de pressão e cada tonelada deste vapor gera 0,2 MW. Considerando a produção horária de ácido [200.000 ÷ (11 x 30 x 24)], a co-geração corresponde a cerca de 6,5 MW. A co-geração prevista de 4,0 MW prevê o uso de vapor na granulação e outras operações industriais, diminuindo assim sua disponibilidade efetiva para geração de energia elétrica.

Na concepção do processamento posterior, a ser efetuado no futuro pólo, foi considerado o elenco de produtos intermediários e fertilizantes básicos constantes da Tabela 25 e levado em conta o consumo de produtos fosfatados previsto para o Nordeste em 2003 (Tabela 24). Dentro deste balizamento foi montado o quadro de produção explicitado na Tabela 26, considerando-se a utilização no pólo de matérias-primas adquiridas a terceiros, quais sejam: calcário, amônia anidra (82% N), uréia (45% N), cloreto de potássio "standard" (60% K₂O) e cloreto de potássio granulado (60% K₂O).

Assim sendo, partiu-se de uma oferta real de 45.300 t/ano de ácido fosfórico, a 100% P₂O₅ (14.700 t/ano serão consumidas na produção de TSP), e considerou-se que todo o TSP pó será granulado, tanto para venda direta (2/3 do total) quanto para uso em mistura. Já para o SSP pó, foi admitido que um valor da ordem de 60% do produto inicial será granulado para venda direta, sendo os 40% restantes destinados à elaboração do produto N-P-K granulado (02-18-18), muito utilizado no cultivo da soja, cujo plantio se encontra em expansão na Região Nordeste. Para o ácido fosfórico em solução (50% P₂O₅) e o fosfato bicálcico (42% P₂O₅), foram previstas produções equivalentes, respectivamente, a cerca de 50% e 43% do consumo regional mínimo projetado para 2003.

O consumo de água no complexo químico deverá ser inferior a 100 m³/hora. A produção total, englobando os diversos fertilizantes sólidos fabricados no novo pólo, obedece ao limite superior pré-estabelecido de 350.000 t/ano de produto, ficando aliás bem abaixo deste número e alcança, em termos de venda, o total de 240.000 t/ano.

Tabela 26 - Quantidades de produtos finais previstas para produção no novo pólo de fertilizantes no Nordeste e consumo das matérias-primas (em t/ano)

Produtos	Produção Total	Distribuição da Produção		Consumo das matérias-primas nas produções (t/ano)													
		Vendas	Consumo na Mistura	Fosfórico	Uréia	TSP pó	TSP gr	SSP pó	SSP gr	MAP gr	Cloreto de potássico		Calcário				
											Standard	Granulado					
Ácido fosfórico solução (50% P ₂ O ₅)	7.000	7.000	-	3.500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato bicálcico (19% P ou 42% P ₂ O ₅)	30.000	30.000	-	12.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.000
MAP granulado (11-53-00)	45.000	30.000	15.000	6.300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TSP granulado (44% P ₂ O ₅)	45.000	30.000	15.000	-	-	48.000	-	-	-	-	67.150	-	-	-	-	-	-
SSP granulado (20% P ₂ O ₅)	60.000	40.000	20.000	-	-	-	-	-	-	-	42.850	-	-	21.000	-	-	-
N-P-K granulado (02-18-18)	70.000	70.000	-	1.890	10.000	-	15.000	-	20.000	15.000	-	-	-	-	-	10.000	-
N-P-K mistura de grânulos (8,7 - 26,5 - 8,5)	70.000	70.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fluossilícico (20% de concentração)	4.700	4.700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S O M A	331.700	281.700	50.000	8.190	45.300	10.000	48.000	110.000	20.000	15.000	21.000	10.000	21.000	10.000	18.000	18.000	18.000

Considerando os dados das Tabelas 25 e 26 pode ser elaborada uma nova tabela, discriminando as necessidades e preços de matérias-primas a serem utilizadas no novo pólo, bem como custos de embalagens por ocasião da venda de alguns produtos finais. A embalagem a granel do tipo trançada em sacos de polipropileno, contendo 50 kg de produto, será usada para acondicionar até o local de consumo um total de 70.000 t/ano da mistura de grânulos N-P-K (8,7 – 26,5 – 8,5), bem como 30.000 t/ano de fosfato bicálcico. As bombonas plásticas de 30 kg, normalmente reutilizadas 4 vezes, destinam-se ao envase do ácido fosfórico solução (50% P₂O₅). A Tabela 27 mostra a compilação de tais dados.

Tabela 27 – Necessidades e custos de matérias-primas para o novo pólo de fertilizantes, incluindo embalagens previstas para o produto final.

Produtos	Origem	Consumo (t/a)	Custo FOB (R\$/t)	TOTAL Em R\$ 1.000,00
Enxofre	Importado	68.000	130,00	8.840
Rocha fosfática (36% P ₂ O ₅)	Angico dos Dias	260.000	60,00	15.600
Calcário	Local	18.000	20,00	360
Amônia anidra (82% N)	PETROBRÁS/SE	8.190	300,00	2.457
Uréia (45% N)	PETROBRÁS/SE	10.000	280,00	2.800
Cloreto de potássio ST (60% K ₂ O)	CVRD/SE	21.000	205,00	4.305
Cloreto de potássio GR (60% K ₂ O)	CVRD/SE	10.000	240,00	2.400
Soma das necessidades de matérias-primas		395.190	-	36.762
Embalagem – Sacaria (quantidade)	Bahia	2.000.000	0,42/saco	840
Bombonas plásticas (quantidade)	S.Paulo	245.000	5,00/bombona	306,25

OBSERVAÇÕES:

- 1) A produção total de rocha fosfática em Angico dos Dias será de 300.000 t/ano, das quais 40.000 t/ano serão enviadas para a unidade industrial da Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., no município de Luiz Eduardo Magalhães.
- 2) O custo da rocha foi estabelecido em R\$ 60,00/t de concentrado, considerando que o mesmo grupo deverá operar a mina e o complexo químico.
- 3) Os demais custos foram levantados junto aos produtores, obtendo-se o custo do enxofre por consulta a importadores.
- 4) O custo das embalagens foi obtido por consulta a produtores na Bahia e em São Paulo.

Em face do que foi projetado para compor o novo pólo de fertilizantes do Nordeste, verifica-se que a área química do mesmo será integrada pelos seguintes módulos industriais principais: unidade de ácido sulfúrico, produzindo 200.000 t/ano, a 98% de concentração; unidade de ácido fosfórico, com capacidade de 60.000 t/ano, a 100% P_2O_5 ; unidade de acidulação e de granulação para produzir 48.000 t/ano de TSP pó (42% P_2O_5) e 110.000 t/ano de SSP pó (18% P_2O_5), e granular um total de 220.000 t/ano, sendo: 45.000 t/ano de MAP (11-53-00), 45.000 t/ano de TSP (44% P_2O_5), 60.000 t/ano de SSP (20% P_2O_5) e 70.000 t/ano de fertilizante N-P-K (02-18-18); unidade de fosfato bicálcico, para 30.000 t/ano de produto, com 42% P_2O_5 , além de misturadora de grânulos N-P-K, prevista para produzir 70.000 t/ano (8,7 – 26,5 – 8,5).

Considerando informações levantadas junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda. e Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., bem como alguns dados disponíveis na literatura técnica (CARMO, 1994; CHOKSI, 1980 e PAULO ABID ENGENHARIA S.A., 1988a), foi possível a definição de números que balizam parâmetros de investimentos e custos industriais, para as diversas unidades que comporão o novo pólo.

Objetivando a melhor apreciação de investimentos e custos é conveniente analisar o complexo sob o seguinte elenco de unidades: ácido sulfúrico, ácido fosfórico, adubo líquido, fosfato bicálcico, acidulação (para SSP pó e TSP pó), granulação (para MAP, TSP, SSP e N-P-K granulado), mistura (para grânulos de N-P-K) e movimentação interna das diversas matérias-primas.

A Tabela 28 apresenta, de forma sintética, o resultado dos levantamentos realizados, em grande parte subsidiados pela contabilidade analítica das empresas que permitiram acesso aos seus dados internos. Tanto no que se refere a investimentos, quando no que diz respeito a custos, foram adotados parâmetros médios que pressupõem a existência de razoável infraestrutura local, compatível com o porte do projeto. Em condições mais ínvias, haverá a necessidade de adoção de fatores multiplicativos, que contemplem a nova realidade.

Tabela 28 – Estimativas de investimentos e custos para implantação e operação do novo pólo de fertilizantes a ser instalado no Nordeste

SETORES PRODUTIVOS	Ácido Sulfúrico	Ácido Fosfórico	Adubo Líquido	Fosfato Bicálcico	Acidulação	Granulação	Mistura de Grânulos NPK	Movimentação	TOTAL
	200.000 t/ano de produto	60.000 t/ano de P ₂ O ₅	7.000 t/ano de produto	30.000 t/ano de produto	158.000 t/ano de produtos	220.000 t/ano de produtos	70.000 t/ano de produto	395.190 t/ano de matérias-primas	
Capacidade									
Investimento fixo por t produzida/ano (em R\$/t)	50,00	333,33(1)	71,43	50,00	12,66	22,73	14,29	12,65	-
Investimento total (em R\$ 1.000,00)	10.000	20.000	500	1.500	2.000	5.000	1.000	5.000	45.000
Consumo de energia (em kWh/t produzida)	34	142	48	57	43	31	20	4	-
Consumo anual de energia (em kWh)	6.800.000	8.520.000	336.000	1.710.000	6.794.000	6.820.000	1.400.000	1.581.000(2)	33.961.000
Previsão de mão-de-obra (3) (em homens/setor produtivo)	36	40	4	20	30	50	10	10	200
Previsão de custo de material de manutenção e consumo (em R\$/t produzida/ano)	4,00	20,00	6,00	5,30	1,30	5,40	3,00	0,5	-
Custo anual de material de manutenção e consumo (em R\$ 1.000,00)	800	1.200	42	159	205	1.188	210	198	4.002
Previsão de custo de combustíveis e lubrificantes (em R\$/t produzida/ano)	0,50	6,70	2,80	1,30	0,60	5,40	0,60	0,30	-
Previsão anual de custo de combustíveis e lubrificantes (em R\$ 1.000,00)	100	402	20	39	95	1.188	42	118	2.004
Despesas diversas (em R\$/t produzida/ano)	0,15	1,00	1,30	1,20	0,10	0,34	0,64	0,07	-
Despesas diversas (em R\$ 1.000,00/ano)	30	60	9	36	16	75	45	28	299

Fontes: Análises de custos coletados junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda., Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda. Paulo Abib Engenharia S.A. (1988a), com adaptações do autor.

OBSERVAÇÕES: (1) Inclui custos para deposição do fosfogesso

(2) Inclui energia consumida em serviços gerais e administrativos do Complexo Químico.

(3) Inclui, distribuído por cada setor produtivo, pessoal responsável por geração de energia, logística, laboratório, segurança industrial, meio ambiente, tratamento de água e de resíduos, manutenção, compras, recursos humanos, vendas, contabilidade e serviços gerais, bem como gerência industrial.

Quanto à mão-de-obra prevista na Tabela 28, pode-se considerar um custo direto e indireto da ordem de R\$ 4.500.000,00 por ano. Para a energia elétrica, prevê-se que a co-geração responda conservadoramente por 60% do consumo, havendo, portanto, necessidade anual de aquisição a terceiros de cerca de 13,6 milhões de kWh.

Segundo informação fornecida pelo Engenheiro Haroldo Andrade, da COELBA – Companhia de Eletricidade da Bahia, o preço médio do kWh em projetos da envergadura do aqui previsto, incluindo custos de consumo até na hora de pico e com demanda firme contratada, está na faixa de R\$ 0,09/kWh, com o ICMS, podendo ainda este valor ser negociado para menos, no caso real de implantação do projeto. Assim sendo, pode-se considerar em R\$ 1.200.000,00, com boa margem de segurança, o custo da energia a ser adquirida a terceiros.

6.1 - Unidade de Ácido Sulfúrico

Nesta unidade entram como matérias-primas: enxofre, água e oxigênio do ar. O circuito industrial para a obtenção do ácido sulfúrico compreende a produção do dióxido de enxofre gasoso e sua oxidação catalítica produzindo o trióxido, posteriormente absorvido em água, concentrando o ácido sulfúrico diluído, em um processo contra corrente, até 98%.

Como todas as reações são exotérmicas, a produção do ácido gera calor que é usado para a produção de vapor superaquecido. Cerca de 60% do vapor é utilizado na geração de energia elétrica, sendo o restante empregado na granulação e outras operações industriais. O vapor que movimentava a turbina, gerando energia elétrica, obedece a uma proporção média de cerca de 160 kWh para cada tonelada de ácido sulfúrico produzido.

O enxofre deverá ser recebido por via ferroviária e armazenado em pilha própria de estocagem. Da pilha de estocagem o enxofre deverá ser retomado por pá carregadeira a um silo de alimentação. Deste silo, com a utilização de correia transportadora, o enxofre será alimentado ao tanque de fusão. O enxofre bruto fundido é posteriormente filtrado e estocado em tanque apropriado, alimentando por meio de bombas verticais os queimadores de

enxofre, instalados em uma fornalha especial, provida de placas defletoras. Na entrada dos queimadores a pressão do enxofre líquido é da ordem de 10 a 15 bar, permitindo uma aspersão mecânica que propicia a combustão completa.

As placas defletoras garantem uma boa mistura entre o ar de combustão e o enxofre, não permitindo o arraste de enxofre não queimado. A regulagem das vazões de ar seco e de enxofre determinam a presença de cerca de 11,5% de SO_2 na combustão do gás, possibilitando que a saída da fornalha esteja em torno de $1060/1080^\circ\text{C}$, desde que o ar de combustão esteja na faixa dos 60°C . Após a fornalha o gás é resfriado a cerca de 425°C e encaminhado à oxidação catalítica.

A catálise que forma o trióxido de enxofre é obtida com catalisador de pentóxido de vanádio, efetuando-se em um conversor. Como a reação é exotérmica, e o aumento de temperatura diminui a taxa de formação de SO_3 , procura-se resfriar a mistura de gás parcialmente convertida, sempre que a temperatura se aproxima da temperatura de equilíbrio.

O gás passa por vários leitos catalíticos, modernamente em número de quatro, tendo sucessivos aquecimentos e resfriamentos, sempre rigorosamente controlados por meio de trocadores de calor e utilizados como fonte térmica geradora de energia.

Ao concluir o circuito o gás é resfriado em economizadores, até uma temperatura de 150°C , e posteriormente alimentado às torres de absorção final. Nas torres de absorção o SO_3 reage com a água contida em uma solução contendo ácido sulfúrico. O caminho do gás é feito em contra corrente com a solução de ácido sulfúrico, sempre utilizando-se a máxima remoção possível do trióxido anteriormente produzido, a fim de permitir a melhor conversão posterior do dióxido de enxofre, presente no gás inicial. Este procedimento caracteriza o chamado processo de dupla absorção, hoje o mais difundido, inclusive por ser o mais ambientalmente amigável, permitindo também a remoção de quaisquer névoas ácidas exaladas, por meio de eliminadores de névoas instalados no topo das torres de absorção.

O ácido sulfúrico proveniente das torres de absorção é armazenado em tanque intermediário e mantido a uma concentração da ordem de 98,5%,

adicionando-se para tanto a água necessária. Do tanque intermediário o ácido é bombeado e circulado em resfriadores até atingir cerca de 40°C, quando então é enviado ao tanque de estocagem. Do tanque de estocagem o ácido sulfúrico é retirado para a produção de ácido fosfórico e SSP pó.

6.2 - Unidade de Ácido Fosfórico

O ácido sulfúrico vindo da estocagem, juntamente com a rocha fosfática proveniente do pátio de homogeneização e o ácido fosfórico reciclado da filtração, em proporções calculadas, são mesclados nos misturadores que alimentam reatores dotados de agitadores. A reação da rocha com o ácido sulfúrico forma o ácido fosfórico, dando como subproduto o sulfato de cálcio na forma de dihidrato e o ácido fluossilícico residual.

Há uma seqüência de transbordos, passando por reatores sucessivos, normalmente em número de três, enriquecendo a lama em P_2O_5 . A lama final, contendo principalmente ácido fosfórico diluído e gesso, é encaminhada a um filtro de mesa a vácuo. O filtro é giratório e dividido em seções, permitindo a formação da torta de gesso, sua lavagem em contra corrente, bem como a coleta de diversos filtrados correspondentes aos ácidos fraco, médio e concentrado. A torta de gesso, após lavagem, é retirada mecanicamente por uma rosca transportadora, fazendo-se em seguida a limpeza da mesa, com água morna reciclada, para retomada de nova filtração.

Todo o processo é feito em circuito fechado com o objetivo de não produzir quaisquer outros efluentes que não o fosfogesso e o ácido fluossilícico, o primeiro a merecer os devidos cuidados ambientais e o segundo utilizado em procedimentos para fluorização de água potável. O ácido fosfórico concentrado proveniente da filtração é encaminhado a um tanque de maturação. O transbordo de ácido não saturado, proveniente do tanque de maturação, alimenta um sedimentador. O lodo decantado é raspado e retorna ao reator.

A parte superior do sedimentador é também utilizada como tanque de estocagem de ácido clarificado, sendo dela bombeado para a área de concentração. Todos os drenos da área de estocagem são coletados em um poço com agitador e devolvidos ao circuito, evitando-se qualquer perda para o

ambiente. O teor de fluoretos no ácido fosfórico é diminuído mediante o tratamento com sílica, dando como subproduto o ácido fluossilícico (H_2SiF_6) e possibilitando que o ácido fosfórico purificado seja utilizado na produção de fosfato bicálcico para ração animal.

A concentração do ácido fosfórico, após filtração, é obtida por evaporação a vácuo, feita em circuito fechado. O ácido fraco clarificado é misturado em um evaporador com ácido concentrado superaquecido, fazendo com que o líquido em ebulição evapore o excesso de água contido no ácido fraco. Quando a concentração do ácido atinge 52% P_2O_5 , pode haver precipitação de alguns sais contidos no ácido fraco (principalmente sulfato de cálcio e fluossilicato de sódio), dando origem a incrustações indesejáveis, a serem removidas periodicamente.

O ácido concentrado é encaminhado a um tanque específico para sua estocagem, o qual é equipado com um agitador. Deste tanque, o ácido fosfórico pode ser bombeado, tanto para a produção de fertilizantes e/ou envase em bombonas, quanto para a produção de fosfato bicálcico. O ácido fluossilícico também é estocado em tanque especial, sendo daí encaminhado para expedição. O fosfogesso é depositado em bacias de decantação, devidamente condicionadas para receber o produto úmido e evitar que algum ácido remanescente possa se infiltrar no lençol freático ou afetar águas correntes próximas.

6.3 - Unidade de Acidulação e Granulação

Na área de acidulação são produzidos superfosfatos, termo genérico que é aplicado aos fertilizantes obtidos pelo tratamento da rocha fosfática, finamente moída, com ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ou a mistura de ambos. Quando o produto final é obtido com a utilização do ácido sulfúrico, tem-se o Superfosfato Simples (SSP), no qual o teor em nutriente pode variar entre 18 e 22% P_2O_5 total. Já o Superfosfato Triplo (TSP) é obtido pelo ataque do ácido fosfórico à rocha e possui um teor em nutriente variando entre 44 e 48% P_2O_5 total.

O processo de produção de SSP tem início com a mistura de rocha finamente moída com ácido sulfúrico, com concentração entre 60 a 67%, em

peso, de H_2SO_4 . A mistura é feita em reator do tipo turbina de palhetas, sendo conhecido como processo Kuhlman. A rocha fosfática pode ser adicionada seca ou úmida e a diluição do ácido sulfúrico pode ser feita separada ou diretamente no próprio reator.

A mistura fluida proveniente do reator alimenta uma esteira de reação (também conhecida como "DEN"), solidificando-se sobre a mesma, como decorrência do processo contínuo de formação e cristalização de fosfato monocálcico. O tempo requerido no processo é função da reatividade da rocha, variando de 5 a 20 minutos. O material obtido, ainda ligeiramente plástico, alcança uma temperatura da ordem de 90 a 95°C e, após sofrer redução de tamanho, é encaminhado a uma pilha de cura onde permanece em repouso por um período de 7 a 10 dias, a fim de completar a reação. Durante a cura decrescem a acidez livre e a umidade do material, em função da incorporação ao produto daquele P_2O_5 contido na parcela de rocha que não reagiu anteriormente. O SSP pode ser comercializado sob a forma de pó ou então levado a uma unidade de granulação convencional, dando origem ao SSP granulado.

O TSP é produzido por processo idêntico ao SSP, apenas com a substituição do ácido sulfúrico pelo ácido fosfórico. O endurecimento na esteira de reação é mais vigoroso que no caso do SSP. Tal fato possibilita a redução do tempo de retenção no "DEN" porém, em contrapartida, torna normalmente necessário o uso de tenso ativos para tornar mais friável o material obtido.

Como no processo de produção do TSP a reação de conversão é negativamente influenciada pelo aumento da viscosidade da fase líquida, decorrente da alta concentração em P_2O_5 do ácido fosfórico (48 a 52% P_2O_5), procura-se diminuir tal viscosidade pelo aquecimento da solução no momento da reação. Desta forma, o ácido fosfórico utilizado é admitido com uma temperatura variando entre 85 e 90°C. O aquecimento por via direta é feito por injeção de vapor e, por via indireta, com o auxílio de trocador de grafite.

O tempo de cura do TSP varia entre 7 e 12 dias, a fim de complementar as reações químicas necessárias e diminuir a acidez livre e a umidade do produto. Identicamente ao SSP, o TSP pode ser comercializado em pó ou

vendido sob a forma granular, após seu processamento numa unidade de granulação convencional.

Ambos os produtos, SSP e TSP, apresentam vantagens e desvantagens. O primeiro tem teor de P_2O_5 bem mais baixo que o TSP porém, incorpora o enxofre sob a forma de sulfato de cálcio, fato agrônômico de grande importância em áreas de cerrado e no semi-árido nordestino. Já o TSP nada incorpora de enxofre, mas permite transporte a maiores distâncias, em função do mais alto teor (pelo menos o dobro) em P_2O_5 , com relação ao SSP.

A área de granulação destina-se tanto à granulação do SSP pó e do TSP pó, quanto à granulação do fosfato de monoamônio (MAP). No caso da produção de MAP, antes do granulador, existe um reator tubular, conhecido como "pipe reactor", sendo no mesmo adicionados amônia líquida e ácido fosfórico, os quais formam uma lama contendo MAP. Esta lama vai posteriormente ao granulador, o qual também recebe a reinjeção da lama produzida no sistema de lavagem de gases, num processo de circuito fechado, evitando-se a geração de efluentes líquidos. O granulador pode ser sob a forma de disco ou de tambor rotativo.

Na área de granulação são também incorporados os micronutrientes que farão parte dos produtos finais, bem como será produzido na mesma o N-P-K granulado (02-18-18). O transporte de materiais dentro desta área pode ser pneumático, por correia ou utilizando-se roscas transportadoras. Constituem também equipamentos fundamentais no processo de granulação os misturadores contínuos, as balanças integradoras e os separadores magnéticos.

Após a granulação o material é secado em cilindro rotativo. Todo o manuseio do material seco é feito com o auxílio de ciclones recuperadores e capelas de despoeiramento, com filtros de mangas, permitindo a recuperação de pós que retornam ao processo. O ar lançado à atmosfera deve ser isento de particulados.

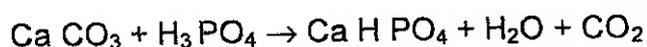
O resfriamento dos produtos finais obtidos é feito em tambor cilíndrico rotativo. O produto resfriado é peneirado, a fim de possibilitar a separação do material especificado, com granulometria genérica entre 0,5 e 4,0 mm. Os finos

retornam ao granulador e o material mais grosso, após moagem em moinho de corrente ou de martelos, também retorna ao circuito. O produto final dentro das especificações pode ainda ser alimentado a um cilindro de revestimento, no qual é feita a aspersão de óleo de recobrimento, normalmente óleo BPF.

Os produtos finais sólidos obtidos com a granulação são encaminhados aos respectivos armazéns de estocagem. A venda e expedição dos mesmos é feita a granel. Apenas a mistura de grânulos N-P-K (8,7 – 26,5 – 8,5) será vendida em sacos de polipropileno, com capacidade de 50 kg de produto.

6.4 - Unidade de Fosfato Bicálcico

As matérias-primas do processo produtivo são o calcário calcítico e o ácido fosfórico, seguindo a reação:



O calcário moído (85% < 200 malhas) é armazenado em silos, sendo dos mesmos retirada para a área de reação. A reação entre o calcário e o ácido fosfórico é feita em reatores apropriados, com sistema de agitação.

Nos reatores são recebidos o ácido fosfórico (54% P₂O₅ e 0,15% F), bombeado dos tanques de armazenamento com vazão controlada por válvula reguladora, juntamente com o calcário calcítico previamente pesado. Os gases gerados são filtrados em filtro de mangas, evitando poluição. Após a reação o produto obtido é secado, sendo posteriormente resfriado até a temperatura de cerca de 45°C, possuindo ainda um teor de umidade da ordem de 3,0%.

O produto resfriado é moído à granulometria de pelo menos 85% passante em 200 malhas, operação normalmente feita em moinhos de martelos, com o auxílio de classificadores que fazem retornar ao moinho o material fora de especificação. O produto classificado é encaminhado pneumaticamente aos silos de cura, tomando-se sempre os devidos cuidados para a retenção de particulados durante todo o processamento, garantindo-se assim que o ar lançado à atmosfera esteja isento de sólidos.

Após a cura o fosfato bicálcico é encaminhado ao silo de armazenamento e ensacagem. A ensacagem do produto deverá ser feita em sacos de polipropileno, de 50 kg de capacidade, com a utilização de

ensacadeiras pneumáticas, ou ainda em “big-bags” de 1 a 3 toneladas. Neste último caso, a alimentação dos mesmos deve ser feita com o auxílio de rosca transportadora. Tanto os sacos de 50 kg (normalmente movimentados por correia transportadora) quanto os “big-bags” (normalmente movimentados por talha elétrica), serão encaminhadas à área de expedição, sendo dali entregues ao comprador do produto.

7. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO NOVO PÓLO

Tendo em vista a rigidez locacional da mineração o novo pólo, em realidade, será geograficamente definido pela implantação das demais unidades industriais previstas. O local desta implantação será função de duas variáveis predominantes: os custos do transporte de matérias-primas às respectivas unidades e os custos do transporte dos produtos finais aos mercados consumidores. O menor valor obtido na soma de tais custos, definirá a localização do novo pólo, desde que sejam mantidos, nas diversas alternativas a serem estudadas, investimentos de implantação e despesas operacionais similares, bem como idênticos preços FOB de venda, para os produtos finais.

Para o exercício de definição da localização do novo pólo foram adotadas as origens de matérias-primas previstas na Tabela 27, considerando-se ainda que o enxofre seja importado pelo porto de Salvador-BA. Quanto ao mercado, foram levados em conta as estatísticas de consumo da ANDA (Tabela 10), as projeções de demanda (Tabela 12), além de dados da CODEVASF (CODEVASF, 1996) e os resultados de pesquisa feita em campo, junto a produtores e consumidores de fertilizantes. Foi assim possível montar a Tabela 29, definindo a mais provável estrutura de mercado do futuro pólo, a qual será usada no estudo de todas as alternativas de localização do mesmo, a fim de calcular os custos de recebimento de insumos, bem como os valores de acesso aos consumidores.

Tabela 29 – Estrutura de mercado a ser usada no estudo das alternativas de localização do futuro pólo

Produto	Distribuição geográfica do consumo
Ácido fosfórico (solução) (7.000 t/ano, a 50% P ₂ O ₅)	100% dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro
Fosfato bicálcico (30.000 t/ano, a 42% P ₂ O ₅)	100% destinados a diversas áreas do Nordeste
MAP granulado (30.000 t/ano, com formulação: 15-53-00)	30% na região de Barreiras-BA 60% destinados a diversos misturadores 10% dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro
TSP granulado (30.000 t/ano, a 44% P ₂ O ₅)	30% na região de Barreiras-BA 60% destinados a diversos misturadores 10% dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro
SSP granulado (40.000 t/ano, a 20% P ₂ O ₅)	20% dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro 30% destinados ao Maranhão e Piauí 50% destinados ao Sudoeste da Bahia
N-P-K granulado (70.000 t/ano, com formulação: 02-18-18)	40% destinados ao Maranhão e Piauí 40% destinados a diversas áreas do Nordeste 20% destinados ao Sudoeste da Bahia
N-P-K mistura de grânulos (70.000 t/ano, com formulação: 8,7-26,5-8,5)	40% dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro 40% destinados a diversas áreas do Nordeste 10% destinados ao Sul da Bahia 10% destinados ao Sudoeste da Bahia
Ácido fluossilícico (4.700 t/ano, a 20% de concentração)	100% destinados a diversas áreas do Nordeste

Fonte: Consulta a diversos produtores e consumidores.

Como alternativas para a implantação das unidades químicas, foram selecionadas para estudo, três possíveis localizações: Angico dos Dias-BA, Pilão Arcado-BA e os municípios de Petrolina/Juazeiro-PE/BA. A primeira localização não exigirá qualquer transporte de monta do concentrado fosfático, exigindo, no entanto, maiores investimentos principalmente em infra-estrutura. Pilão Arcado, um pequeno município baiano, distante cerca de 130 km da jazida, constitui a localidade situada às margens do São Francisco, mais próxima da futura mina, facilitando o abastecimento de água para a indústria, bem como o escoamento hidroviário de parte da produção. As cidades de Petrolina/Juazeiro, apesar de ficarem a cerca de 400 km da jazida, integram um grande centro de consumo, possuem as mesmas vantagens apontadas para Pilão Arcado, além de se constituírem em metrópoles com estruturas urbanas e infra-estrutura muito satisfatórias.

Para o cálculo do transporte de matérias-primas às localidades selecionadas, bem como do custo de transporte dos produtos finais aos mercados previstos, foram utilizados dados sobre fretes fornecidos pela Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., pela Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda., além de pesquisas realizadas junto à CODEVASF e transportadores ferroviários e rodoviários.

Quanto às despesas operacionais, foi prevista a necessidade de manter folha de pagamento relativa a 200 pessoas nas diversas unidades químicas produtivas, além dos custos com materiais e manutenção, energia elétrica, combustíveis e despesas diversas. As pequenas variações entre os mesmos levaram em conta as dificuldades decorrentes da própria localização em estudo, acarretando ligeiras diferenças em alguns itens de despesa.

Consoante tais parâmetros, foram estabelecidas para as três opções as despesas com o suprimento de matérias-primas (Tabela 30), despesas operacionais (Tabela 31) e despesas com a colocação dos produtos finais nos diferentes locais de consumo (Tabelas 32, 33 e 34).

Tabela 30 – Despesas de transporte rodoviário com o suprimento de matérias-primas básicas até o local de processamento.

Matéria-prima	Total em t/ano	Opção Angico dos Dias		Opção Pilão Arcado		Opção Petrolina/Juazeiro	
		Frete em R\$/t	Custo anual em R\$	Frete em R\$/t	Custo anual em R\$	Frete em R\$/t	Custo anual em R\$
Enxofre	68.000	60,00	4.080.000,00	45,00	3.060.000,00	(*) 30,00	2.040.000,00
Rocha fosfática	260.000	-	-	20,00	5.200.000,00	30,00	7.800.000,00
Calcário	18.000	20,00	360.000,00	15,00	270.000,00	10,00	180.000,00
Amônia Anidra	8.190	110,00	900.900,00	80,00	655.200,00	60,00	491.400,00
Uréia	10.000	60,00	600.000,00	45,00	450.000,00	35,00	350.000,00
Cloreto de Potássio (standard)	21.000	60,00	1.260.000,00	45,00	945.000,00	35,00	735.000,00
Cloreto de Potássio (granulado)	10.000	60,00	600.000,00	45,00	450.000,00	35,00	350.000,00
TOTAL em R\$/ano			7.800.900,00	-	11.030.200,00	-	11.946.400,00

(*) Transporte ferroviário

Tabela 31 – Despesas operacionais nas unidades de processamento (em R\$/ano)

Despesas	Opção Angico dos Dias	Opção Pilão Arcado	Opção Petrolina/Juazeiro
Mão-de-obra (200 pessoas)	5.000.000,00	5.000.000,00	4.500.000,00
Material de manutenção e consumo	5.000.000,00	4.500.000,00	4.000.000,00
Energia elétrica (com co-geração)	1.200.000,00	1.200.000,00	1.200.000,00
Combustíveis e lubrificantes	2.500.000,00	2.200.000,00	2.000.000,00
Diversos	700.000,00	500.000,00	300.000,00
TOTAL	14.400.000,00	13.400.000,00	12.000.000,00

Tabela 32 – Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Angico dos Dias

Produto	t/ano	Destino	Custo do frete em R\$/t	Custo total em R\$/ano
Ácido fosfórico (solução)	7.000	Perímetro irrigado	30,00	210.000,00
Fosfato bicálcico	30.000	Diversas áreas do Nordeste	50,00	1.500.000,00
MAP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	30,00	270.000,00
MAP granulado	18.000	Diversos misturadores	50,00	900.000,00
MAP granulado	3.000	Perímetro irrigado	30,00	90.000,00
TSP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	30,00	270.000,00
TSP granulado	18.000	Diversos misturadores	50,00	900.000,00
TSP granulado	3.000	Perímetro irrigado	30,00	90.000,00
SSP granulado	8.000	Perímetro irrigado	30,00	240.000,00
SSP granulado	12.000	Maranhão-Piauí	40,00	480.000,00
SSP granulado	20.000	Sudoeste da Bahia	(*) 30,00	600.000,00
N-P-K granulado	28.000	Maranhão-Piauí	40,00	1.120.000,00
N-P-K granulado	28.000	Diversas áreas do Nordeste	50,00	1.400.000,00
N-P-K granulado	14.000	Sudoeste da Bahia	(*) 30,00	420.000,00
N-P-K mistura	28.000	Perímetro irrigado	30,00	840.000,00
N-P-K mistura	28.000	Diversas áreas do Nordeste	50,00	1.400.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sudoeste da Bahia	(*) 30,00	210.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sul da Bahia	50,00	350.000,00
Ácido fluossilícico	4.700	Diversas áreas do Nordeste	70,00	329.000,00
TOTAL	281.700	-	-	11.619.000,00

(*) inclui transporte parcial por hidrovía

Tabela 33 - Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais, nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Pilão Arcado

Produto	t/ano	Destino	Custo do frete em R\$/t	Custo total em R\$/ano
Ácido fosfórico solução	7.000	Perímetro irrigado	20,00	140.000,00
Fosfato bicálcico	30.000	Diversas áreas do Nordeste	45,00	1.350.000,00
MAP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	40,00	360.000,00
MAP granulado	18.000	Diversos misturadores	45,00	810.000,00
MAP granulado	3.000	Perímetro irrigado	20,00	60.000,00
TSP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	40,00	360.000,00
TSP granulado	18.000	Diversos misturadores	45,00	810.000,00
TSP granulado	3.000	Perímetro irrigado	20,00	60.000,00
SSP granulado	8.000	Perímetro irrigado	20,00	160.000,00
SSP granulado	12.000	Maranhão-Piauí	45,00	540.000,00
SSP granulado	20.000	Sudoeste da Bahia	(*) 18,00	360.000,00
N-P-K granulado	28.000	Maranhão-Piauí	45,00	1.260.000,00
N-P-K granulado	28.000	Diversas áreas do Nordeste	45,00	1.260.000,00
N-P-K granulado	14.000	Sudoeste da Bahia	(*) 18,00	252.000,00
N-P-K mistura	28.000	Perímetro irrigado	20,00	560.000,00
N-P-K mistura	28.000	Diversas áreas do Nordeste	45,00	1.260.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sudoeste da Bahia	(*) 18,00	126.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sul da Bahia	45,00	315.000,00
Ácido fluossilícico	4.700	Diversas áreas do Nordeste	60,00	282.000,00
TOTAL	281.700	-	-	10.325.000,00

(*) Transporte por hidrovia

Tabela 34 - Despesas de transporte rodoviário com a colocação dos produtos finais nos diferentes locais de consumo, a partir da opção Petrolina/Juazeiro

Produto	t/ano	Destino	Custo do frete em R\$/t	Custo total em R\$/ano
Ácido fosfórico solução	7.000	Perímetro irrigado	10,00	70.000,00
Fosfato bicálcico	30.000	Diversas áreas do Nordeste	40,00	1.200.000,00
MAP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	30,00	270.000,00
MAP granulado	18.000	Diversos misturadores	40,00	720.000,00
MAP granulado	3.000	Perímetro irrigado	10,00	30.000,00
TSP granulado	9.000	Barreiras-Bahia	30,00	270.000,00
TSP granulado	18.000	Diversos misturadores	40,00	720.000,00
TSP granulado	3.000	Perímetro irrigado	10,00	30.000,00
SSP granulado	8.000	Perímetro irrigado	10,00	80.000,00
SSP granulado	12.000	Maranhão-Piauí	50,00	600.000,00
SSP granulado	20.000	Sudoeste da Bahia	(*) 20,00	400.000,00
N-P-K granulado	28.000	Maranhão-Piauí	50,00	1.400.000,00
N-P-K granulado	28.000	Diversas áreas do Nordeste	40,00	1.120.000,00
N-P-K granulado	14.000	Sudoeste da Bahia	(*) 20,00	280.000,00
N-P-K mistura	28.000	Perímetro irrigado	10,00	280.000,00
N-P-K mistura	28.000	Diversas áreas do Nordeste	40,00	1.120.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sudoeste da Bahia	(*) 20,00	140.000,00
N-P-K mistura	7.000	Sul da Bahia	40,00	280.000,00
Ácido fluossilícico	4.700	Diversas áreas do Nordeste	50,00	235.000,00
TOTAL	281.700	-	-	9.245.000,00

(*) Transporte por hidrovía

A partir dos dados das Tabelas 30 a 34, foi elaborada a Tabela 35, contendo a soma de todas as despesas, nas três diferentes opções locacionais estudadas. Pela referida tabela verifica-se que a opção do complexo químico em Petrolina/Juazeiro representa menores despesas globais, em termos de custos de transporte e operacionais.

Tabela 35 – Despesas de transporte e operacionais anuais relativas às três opções estudadas (em R\$)

Despesas Opções	Suprimento de Matérias- primas	Operacionais	Acesso ao Mercado	TOTAL
Angico dos Dias	7.800.900,00	14.400.000,00	11.619.000,00	33.819.900,00
Pilão Arcado	11.030.200,00	13.400.000,00	10.325.000,00	34.755.200,00
Petrolina/Juazeiro	11.946.400,00	12.000.000,00	9.245.000,00	33.191.400,00

Analisando-se, por outro lado, a implantação do complexo industrial sob a óptica dos investimentos fixos, e considerando-se, mais uma vez, a rigidez locacional da mineração, podem ser aventadas as seguintes hipóteses básicas, levando-se em conta as dificuldades de obtenção de água:

- 1ª hipótese básica: Somente a mineração será abastecida a partir de água subterrânea;
- 2ª hipótese básica: Tanto a mineração quanto o complexo químico serão abastecidos a partir de água subterrânea;
- 3ª hipótese básica: Tanto a mineração quanto o complexo químico serão abastecidos a partir de água do rio São Francisco.

Estas três hipóteses básicas dão lugar a seis principais alternativas, envolvendo a localização da planta química, numa das três opções estudadas:

- 1ª alternativa: Complexo químico em Petrolina/Juazeiro, com abastecimento da mineração a partir de água subterrânea;

- 2ª alternativa: Complexo químico em Petrolina/Juazeiro, com abastecimento da mineração e das unidades industriais a partir de água do rio São Francisco;
- 3ª alternativa: Complexo químico em Angico dos Dias, com abastecimento da mineração e das unidades industriais a partir de água subterrânea;
- 4ª alternativa: Complexo químico em Angico dos Dias, com abastecimento da mineração e das unidades industriais a partir de água do rio São Francisco;
- 5ª alternativa: Complexo químico em Pilão Arcado, com abastecimento da mineração a partir de água subterrânea;
- 6ª alternativa: Complexo químico em Pilão Arcado, com abastecimento da mineração e das unidades industriais a partir de água do rio São Francisco e implantação de mineroduto Angico dos Dias – Pilão Arcado.

A Tabela 36 apresenta os investimentos totais necessários nas seis alternativas aventadas. Foram considerados os investimentos na mina, no complexo químico e, por força da especificidade do problema, na adução de água com múltiplos objetivos. Ainda na mesma tabela constam as despesas totais, citadas na Tabela 34, salientando-se a redução com o transporte do concentrado, estimada em R\$ 3.900.000,00/ano, no caso da 6ª alternativa.

Tabela 36 – Investimentos e custos gerais de transporte e operacionais, nas 6 alternativas estudadas (em R\$)

Alternativa	Localização do Complexo Químico	Origem da água para a mineração	Origem da água para a indústria química	Investimento Total (a)	Custos totais de transporte e operacionais/ano
1	Petrolina/Juazeiro	Subterrânea	Rio São Francisco	65.000.000,00 (b)	33.191.400,00
2	Petrolina/Juazeiro	Rio São Francisco	Rio São Francisco	90.000.000,00 (c)	33.191.400,00
3	Angico dos Dias	Subterrânea	Subterrânea	75.000.000,00 (d)	33.819.900,00
4	Angico dos Dias	Rio São Francisco	Rio São Francisco	95.000.000,00 (e)	33.819.900,00
5	Pilão Arcado	Subterrânea	Rio São Francisco	67.000.000,00 (f)	34.755.200,00
6	Pilão Arcado	Rio São Francisco	Rio São Francisco	102.000.000,00 (g)	30.855.200,00 (h)

Observações:

- (a) A mineração, em todas as alternativas, tem uma previsão de investimento de R\$ 15.000.000,00
- (b) Complexo Químico = R\$ 45.000.000,00; Água Subterrânea = R\$ 5.000.000,00
- (c) Complexo Químico = R\$ 45.000.000,00; Adutora = R\$ 30.000.000,00
- (d) Complexo Químico = R\$ 50.000.000,00; Água Subterrânea = R\$ 10.000.000,00
- (e) Complexo Químico = R\$ 50.000.000,00; Adutora = R\$ 30.000.000,00
- (f) Complexo Químico = R\$ 47.000.000,00; Água Subterrânea = R\$ 5.000.000,00
- (g) Complexo Químico = R\$ 47.000.000,00; Adutora = R\$ 30.000.000,00; Mineroduto = R\$ 10.000.000,00
- (h) A redução é devida à estimativa de custo total de R\$ 5,00/t, no transporte do concentrado por mineroduto.

A análise da Tabela 36 ainda fornece vários subsídios interessantes. Inicialmente verifica-se o reforço da opção 1 (Petrolina/Juazeiro), sobressaindo a mesma, como a solução mais indicada para a implantação do complexo químico, superando qualquer outra opção, quer seja no tocante ao investimento total, quer seja com referência aos custos anuais totais de transporte e operacionais. Apenas no caso de absoluta impossibilidade de abastecimento da mineração com água subterrânea próxima, é que a opção 6 (Pilão Arcado) poderá competir com a opção 2 (também Petrolina/Juazeiro), ainda assim após o quinto ano, em face da diferença de investimento total versus custos totais anuais de transporte e operacionais. A opção 3 (Angico dos Dias) é

praticamente inviável, em face das dificuldades de utilização exclusiva de água subterrânea. A opção 4 (Angico dos Dias) é superada pela opção 2 (Petrolina/Juazeiro) e a opção 5 (Pilão Arcado) oferece condições inferiores àquelas da opção 1 (Petrolina/Juazeiro).

Assim sendo, e principalmente confirmando-se a viabilidade de abastecer a mineração com água subterrânea, a opção de instalar a complexo químico em Petrolina/Juazeiro, é a solução econômico-financeira mais indicada. A escolha entre as duas cidades aponta ainda Juazeiro como a melhor opção, por diversos motivos: a industrialização do concentrado no próprio Estado da Bahia, maior consumidor de fertilizantes do Nordeste, evitará qualquer problema decorrente da legislação do ICMS; a cidade dispõe de porto próprio, facilitando o escoamento fluvial de parte da produção; existem terrenos disponíveis adequados à implantação do complexo, próximos ao porto e aos entroncamentos ferroviário e rodoviário; há disponibilidade de áreas circunvizinhas para estocagem do fosfogesso, em condições ambientalmente recomendáveis.

8. ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS DO PROJETO INDUSTRIAL

Para a determinação da viabilidade econômica do empreendimento, nas condições de produção anteriormente definidas, compreendendo a mineração e o complexo químico, foram analisados inicialmente parâmetros de custos e preços de venda.

A fixação dos preços finais de venda foi feita, como já anteriormente salientado, levando-se em conta a real viabilidade de concorrência com produtos importados do exterior e/ou adquiridos em outras regiões do país.

Por outro lado, considerando a concepção mais indicada para o novo pólo de fertilizantes, idealizada a partir das melhores premissas de mercado futuro, foi possível determinar o custo industrial de cada setor produtivo, bem como custos finais dos diversos produtos.

Com base na Tabela 28, foi elaborada a Tabela 37. Para tanto, utilizando-se de elementos de gestão industrial, obtidos junto a produtores que permitiram sua disponibilização, foram considerados para a determinação do custo industrial dos produtos: a depreciação anual de 12% do investimento fixo, o capital próprio no projeto de R\$ 20.000.000,00 e os juros anuais de 8% sobre o capital próprio.

Conhecendo-se as proporções das matérias-primas e produtos intermediários envolvidos na elaboração dos produtos finais de venda (Tabelas 25 e 26), seus custos de aquisição CIF – Juazeiro (Tabela 27), as estimativas de investimentos (Tabela 28), bem como os custos de industrialização (Tabela 37), pode ser montada a Tabela 38, na qual se determinam os custos finais dos produtos.

Tabela 37 - Despesas Totais de Produção e sua Distribuição por Setores Produtivos (em % e em R\$ 1.000,00/ano)

CONTA	ÁCIDO SULFÚRICO		ÁCIDO FOSFÓRICO		ADUBO LÍQUIDO		FOSFATO BICÁLCICO		ACIDULAÇÃO		GRANULAÇÃO		N-P-K MISTURA		MOVIMENTAÇÃO		TOTAL ANUAL	
	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor
Mão-de-obra + Enc. + Benefícios	18,3	810,0	20,0	900,0	2,0	90,0	10,0	450,0	15,0	675,0	25,0	1.125,0	5,0	225,0	5,0	225,0	100,0	4.500,0
Mat. Manutenção e Consumo	20,3	800,0	30,0	1.200,0	1,0	40,0	4,0	160,0	5,0	200,0	30,0	1.200,0	5,0	200,0	5,0	200,0	100,0	4.000,0
Energia Elétrica (com Turbo Gerador)	20,3	240,0	25,0	300,0	1,0	12,0	5,0	60,0	20,0	240,0	20,0	240,0	4,0	48,0	5,0	60,0	100,0	1.200,0
Combustíveis e Lubrificantes	5,0	100,0	20,0	400,0	1,0	20,0	2,0	40,0	5,0	100,0	60,0	1.200,0	2,0	40,0	5,0	100,0	100,0	2.000,0
Despesas Diversas	10,0	30,0	20,0	60,0	3,0	9,0	12,0	36,0	5,0	15,0	25,0	75,0	15,0	45,0	10,0	30,0	100,0	300,0
Totais por Setor	16,5	1.980,0	23,8	2.860,0	1,4	171,0	6,2	746,0	10,3	1.230,0	32,0	3.840,0	4,7	556,0	5,1	615,0	100,0	12.000,0
Toneladas a Produzirão		200,000		60,000		7,000		30,000		156,000		220,000		70,000		395,190		
Custos sem depreciação em R\$/t		9,90		47,67		24,43		24,87		7,78		17,45		7,97		1,56		
Investimentos (R\$ 1.000,00)		10.000,0		20.000,0		500,0		1.500,0		2.000,0		5.000,0		1.000,0		5.000,0		45.000,0
Depreciação anual (% e valor)	12,0	1.200,0	12,0	2.400,0	12,0	60,0	12,0	180,0	12,0	240,0	12,0	600,0	10,0	100,0	6,0	300,0	11,3	5.080,0
Valor depreciação/t		6,00		40,00		8,57		6,00		1,52		2,73		1,43		0,76		
Capital próprio (R\$ 1.000,00)		4.500,0		8.500,0		300,0		700,0		1.000,0		2.500,0		1.000,0		1.500,0		20.000,0
Juros sobre capital próprio (% e valor)	8,3	360,0	8,0	680,0	8,0	24,0	8,0	56,0	8,0	80,0	8,0	200,0	8,0	80,0	8,0	120,0	8,0	1.600,0
Valor dos juros s/ capital próprio/t		1,80		11,33		3,43		1,87		0,51		0,91		1,14		0,30		
Custo industrial do setor produtivo (em R\$/t)		17,71		99,00		36,43		32,74		9,81		21,09		10,54		2,62		

Fonte: Análise de custos coletados junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda. e Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda., com adaptações do autor.

Tabela 38 - Parâmetros de Produção e Custos dos Produtos (em R\$/t)

PRODUTOS	MATERIAS-PRIMAS E CUSTOS/t																	
	ROCHA	ENXOFRE	SÚLFURICO	FOSFÓRICO	AMÔNIA	URÉIA	SSP pó	SSP gr	TSP pó	TSP gr	MAP gr	KCL pó	KCL gr	Calciário	CUSTOS M-Prima	INDUSTRIA-LIZAÇÃO	EMBA-LAGEM	CUSTOS DOS PRODUTOS
ACIDO SÚLFURICO (98% H ₂ SO ₄)	-	0,340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,29	17,71	-	73,00
ÁCIDO FOSFÓRICO (100% P ₂ O ₅)	3,000	-	2,567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472,55	99,00	-	571,55
TSP pó (42% P ₂ O ₅)	277,86	-	194,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	213,51	9,81	-	223,32
SSP pó (18% P ₂ O ₅)	0,417	-	0,306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77,05	9,81	-	86,86
ÁCIDO FOSFÓRICO SOLUÇÃO (50% P ₂ O ₅)	38,62	-	174,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	285,78	36,43	56,88	379,09
FOSFATO BICALCICO (42% de P ₂ O ₅)	0,545	-	0,364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,500	32,74	8,40	300,71
MAP gr (11-53-00)	50,48	-	26,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240,00	21,09	-	376,50
TSP gr (44% P ₂ O ₅)	-	-	0,533	-	0,140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,533	21,09	-	259,37
SSP gr (20% P ₂ O ₅)	-	-	304,64	-	50,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	355,41	21,09	-	110,56
N-P-K GRANULADO (02-18-18)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,067	-	-	-	-	-	238,28	21,09	-	199,12
N-P-K MISTURA DE GRÂNULOS (8,7 - 26,5 - 8,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,47	21,09	-	271,75
ÁCIDO FLUOSSILÍCICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados contidos nas Tabelas 25, 26, 27 e 37.

É interessante comparar tais custos com os preços explicitados na Tabela 20. A Tabela 39 apresenta tal comparação incluindo, ainda, uma sugestão inicial de preços a serem aplicados aos produtos do novo pólo de fertilizantes. Os preços de venda sugeridos levam em conta os custos de transporte previstos na Tabela 34, objetivando permitir ao novo pólo concorrer nas mais produtivas áreas agrícolas do Nordeste, com qualquer produto fosfatado alóctone à Região.

Tabela 39 – Comparação entre preços de produtos fosfatados em Petrolina/Juazeiro, custos previstos no novo pólo de fertilizantes e preços de venda sugeridos para os novos produtos (em R\$/t)

Produtos	Preço calculado vindo de Aratu	Preço calculado vindo de Itaquí	Preço médio de venda em Petrolina/Juazeiro	Custo previsto no novo pólo de fertilizantes	Preço sugerido para o novo produto
Adubo líquido	-	-	1.125,00	379,09	850,00
Fosfato bicálcico	-	-	630,00	300,71	500,00
MAP gr	451,60	486,60	584,00	376,50	350,00
TSP gr	354,87	389,87	530,00	259,37	280,00
SSP gr	246,74	281,74	324,60	110,56	180,00
N-P-K gr	-	-	-	199,12	310,00
N- P- K mistura de grânulos	465,37	500,37	441,00	271,75	380,00
Ácido fluossilícico	-	-	-	-	30,00

Muito embora os preços sugeridos possam ser modificados, em função do mercado, sua escolha não foi aleatória e pode ser bem explicada. Por outro lado, considerando o caráter modular previsto para o novo pólo, pode ser dada prioridade, mais uma vez na dependência do mercado, à elaboração de produtos com maior margem operacional, desde que obedecidas as capacidades máximas de produção, em função dos balanços estequiométricos das unidades industriais.

Quanto ao adubo líquido (solução de ácido fosfórico a 50% P_2O_5), seu consumo está previsto para ser efetuado dentro do perímetro irrigado abrangendo Petrolina/Juazeiro e apresenta uma redução de preço de 25%, com relação aos valores de venda atualmente praticados no mesmo local. Já o fosfato bicálcico, com preço sugerido no entorno de 80% do atualmente praticado, permite sua colocação nos diversos pontos de consumo da Região, principalmente levando-se em conta que esta diferença de preços é superior ao dobro do custo previsto para o transporte mais caro (R\$ 50,00/t), a partir de Juazeiro.

O preço sugerido para o MAP granulado, único valor que apresenta resultado operacional negativo, é cerca de 60% do preço praticado em Petrolina/Juazeiro. É bastante viável que tal preço possa vir a ser melhorado, principalmente dentro do perímetro irrigado e na região de Barreiras-BA, locais previstos para consumo de 40% do produto. No entanto, a oscilação de preços do MAP granulado no mercado internacional, apresentando sazonalmente rápidos surtos descendentes, aconselha um posicionamento conservador, com relação ao preço do produto, evitando-se desagradáveis surpresas com importações favorecidas.

Também o preço do TSP granulado, atendendo ao mesmo mercado do MAP granulado, necessita de atenção permanente. Considerando que o produto tem alto teor em P_2O_5 , suportando assim custos de fretes para maiores distâncias, permitindo inclusive importações, torna-se necessário o acompanhamento das oscilações de seus preços no mercado internacional, antecipando ações que possam permitir melhora ao preço sugerido, o qual representa um valor próximo a 53% do preço praticado em Petrolina/Juazeiro, ou seja, com boa margem de manobra.

O preço sugerido do SSP granulado está no mesmo patamar percentual de preço do TSP granulado, isto é, representa cerca de 55% do preço vigente em Petrolina/Juazeiro. Considerando ser um fertilizante altamente empregado no Nordeste, é previsível que sua demanda possa até deslocar outros produtos, ampliando-se sua produção no novo pólo. Considerando os preços hoje praticados e o custo real de produção previsto para o SSP granulado, sua

competitividade estará assegurada nas mais diversas áreas de consumo, com ênfase à região sudoeste da Bahia e aos Estados do Maranhão e Piauí, locais nos quais se prevê a colocação de 80% de sua produção.

O N-P-K granulado será pela primeira vez produzido no Nordeste. Seu preço de custo será de 64%, do preço previsto para venda. Sendo um produto bastante indicado para o cultivo de soja, além de ter preço de venda inferior ao da mistura de grânulos, possui um largo horizonte de aplicação, principalmente no sudoeste da Bahia e nos Estados do Maranhão e Piauí, mercados que deverão consumir cerca de 60% do produto. Sua competitividade também está assegurada nas demais áreas de cultivo intensivo do Nordeste.

A mistura de grânulos N-P-K tem preço de venda sugerido equivalente a 86% do preço vigente em Petrolina/Juazeiro. Como seu custo calculado representa cerca de 71% do preço sugerido para venda, há uma margem para negociação relativamente tranqüila. Seus principais mercados, abrangendo 50% de sua produção, serão o perímetro irrigado e o sudoeste da Bahia. Considerando o custo dos demais fretes previstos, a mistura de grânulos N-P-K terá acesso competitivo nas diversas áreas agrícolas do Nordeste, inclusive na região Sul da Bahia, mesmo concorrendo com produtos importados, tendo em vista a possibilidade de sua compra ser efetuada no mercado interno, em lotes de menor porte, dificilmente adquiríveis no exterior com melhores condições de preço.

O ácido fluossilícico, obtido como subproduto da operação do pólo, apesar de pouco representar no faturamento global do complexo, possui sem dúvida a maior margem operacional de lucro, tendo em vista que em sua obtenção não estão computados custos industriais.

Tabela 40 – Demonstrativo de Resultados

PRODUTO	QUANTIDADE (EM TONO)	PREÇO MÉDIO DE VENDA EM R\$/t	FATURAMENTO BRUTO em R\$ 1.000	% DO FATURAMENTO % DO FATURAMENTO BRUTO	DESPESAS DE VENDAS			CUSTOS INDUSTRIAIS	TOTAIS DAS DESPESAS	FATURAMENTO OPERACIONAL em R\$ 1.000,00	CUSTOS MAT. PRIMA + EMBALAG. em R\$ 1.000,00	RESULTADO OPERACIONAL em R\$ 1.000,00	% DO RESULTADO OPERACIONAL	MARGEM OPERACIONAL (%)
					IMPOSTOS		SOMA em R\$ 1.000,00							
					FINANC.	COMERC.								
					3,65%	1,00%	1,00%							
Ácido Fosfórico (Solução com 50% P ₂ O ₅)	7.000	850,00	5.950,0	6,23	217,2	59,5	59,5	255,0	591,2	5.358,8	2.398,6	2.950,2	13,48	49,8
Fosfato Bicálcico (19% P ou 42% P ₂ O ₅)	30.000	500,00	15.000,0	15,71	547,5	150,0	150,0	982,2	1.829,7	13.170,3	8.039,1	5.131,2	23,36	34,2
MAP gr (11-53-00)	30.000	350,00	10.500,0	11,00	383,3	105,0	105,0	632,7	1.226,0	9.274,0	10.662,3	- 1.388,3	- 6,32	- 13,2
TSP gr (44% P ₂ O ₅)	30.000	280,00	8.400,0	8,80	306,6	84,0	84,0	632,7	1.107,3	7.292,7	7.148,4	144,3	0,66	1,4
SSP gr (20% P ₂ O ₅)	40.000	180,00	7.200,0	7,54	262,8	72,0	72,0	843,6	1.250,4	5.949,6	3.578,8	2.370,8	10,80	32,9
N-P-K granulado (02-18-18)	70.000	310,00	21.700,0	22,72	792,0	217,0	217,0	1.476,3	2.702,3	18.997,7	12.462,1	6.535,6	29,76	30,1
N-P-K Mistura de Grânulos (8,7 – 26,5 – 8,5)	70.000	380,00	26.600,0	27,85	970,9	266,0	266,0	737,8	2.240,7	24.359,3	18.284,7	6.074,6	27,66	22,8
Ácido Fluossilícico (20% de concentração)	4.700	30,00	141,0	0,15	5,1	1,4	1,4	0,0	7,9	133,1	0,0	133,1	0,60	94,4
TOTAL GERAL	281.700	339,00	95.491,0	100	3.485,4	954,9	954,9	5.560,3	10.955,5	84.535,5	62.574,0	21.961,5		23,0

A partir dos preços sugeridos e conhecendo-se os custos envolvidos na obtenção dos diversos produtos, bem como utilizando-se o perfil produtivo adotado para o novo pólo, foi possível elaborar a Tabela 40, discriminando o faturamento total por vendas, com as respectivas despesas e resultados. Mesmo com o resultado negativo do MAP granulado e com a pequena contribuição do TSP granulado, condições que podem mudar para melhor na fase operativa do complexo, a margem operacional deverá ser de 23%, resultado que pode ser considerado animador aos possíveis investidores.

Para a determinação do cronograma de desembolso do complexo químico, adotou-se, como referência, o padrão sugerido em PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, o que deu origem à Tabela 41.

Tabela 41 – Cronograma referencial de desembolso para a implantação do complexo químico (em R\$ 1.000,00)

Atividades	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4 TOTAL
	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	
1. Projeto básico	500	-	-	-	-	-	500
2. Projeto detalhado	-	2.200	1.100	-	-	-	3.300
3. Suprimentos	-	5.600	8.000	6.600	-	-	20.200
4. Obras civis	-	4.500	5.500	6.000	-	-	16.000
5. Montagem	-	-	810	1.100	810	-	2.720
6. Pré-operação	-	-	-	-	-	2.280	2.280
TOTAL	500	12.300	15.410	13.700	810	2.280	45.000

Fonte: PAULO ABIB ENGENHARIA S.A., 1988a, com adaptações do autor.

Com base nos resultados de investimentos, de custos e de faturamento, determinados ao longo do presente trabalho, algumas outras análises econômico-financeiras do novo pólo de fertilizantes podem ser efetuados,

visando a determinar os seguintes indicadores de decisão: Valor Atual Líquido do Fluxo de Caixa Descontado (VAL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Ponto de Nivelamento e *Pay-Back*.

8.1. Premissas básicas

Para as simulações de fluxos de caixa, foram adotadas as Hipóteses A e B. Na Hipótese A, a mina se constitui em uma unidade independente, vendendo a terceiros toda a produção de 300.000 t/ano de concentrado. Na Hipótese B, a mina vende a terceiros, apenas, 40.000 t/ano de concentrados, sendo o restante da produção transferido para industrialização e venda no complexo químico.

Na Tabela 42 estão relacionados, em percentuais, os desembolsos anuais referentes à mina e ao complexo químico, com respeito às inversões fixas, às despesas pré-operacionais e ao capital de giro, utilizados nas simulações.

Tabela 42 – Cronograma de Desembolsos na Mina e no Complexo Químico

	Mina (Hipótese A)			Complexo Químico		
	Inversões Fixas	DPO	Capital de Giro	Inversões Fixas	DPO	Capital de Giro
Ano 1	40%	40%		30%	30%	
Ano 2	60%	60%		60%	40%	
Ano 3			50%	10%	30%	30%
Ano 4			50%			40%
Ano 5						30%

A Tabela 43 indica a progressão de ocupação das capacidades instaladas, também em percentuais, utilizada nas Hipóteses A e B.

Tabela 43 – Utilização da Capacidade Instalada nas Hipóteses A e B

	Hipótese. A	Hipótese B
Ano 3	50%	30%
Ano 4	100%	70%
Anos 5 a 21	100%	100%

Em ambas as hipóteses adotadas, foi considerada a mesma disponibilidade inicial em P_2O_5 (correspondente à recuperação em P_2O_5 de 75% das reservas medidas constantes do Quadro 1) e a mesma tonelagem de vendas em P_2O_5 (108.000 t/ano). Na Hipótese A, o preço da tonelada de P_2O_5 equivale a R\$ 166,67, enquanto na Hipótese B, a tonelada de P_2O_5 vale R\$ 906,40, ou seja, é a soma do faturamento bruto previsto na Tabela 40, com o faturamento de 40.000 t, a R\$ 60,00/t, dividida por 108.000 t. A diferença entre os valores da tonelada de P_2O_5 , nas Hipóteses A e B, já evidencia o efeito multiplicador associado à industrialização do concentrado.

Com relação às projeções de Fluxos de Caixa do projeto, cabe ainda salientar os seguintes critérios adotados:

- No cálculo do ICMS, tributo previsto apenas na Hipótese B, foi levado em conta que o concentrado vendido a terceiros (40.000 t/ano) não é tributado, bem como que 50% das vendas na Hipótese B serão realizadas no próprio Estado da Bahia. Não foram considerados créditos de ICMS provenientes dos investimentos nem tampouco dos insumos que compõem o custo operacional. As deduções da receita bruta referentes ao PIS (0,65%) e COFINS (3%), foram aplicadas, para o cálculo da receita líquida.
- Com base na receita líquida, foram calculados o CFEM (2%) e os *royalties* dos superficiários (1%). Considerando que ambas as contribuições somente são pagas na mineração, o percentual das mesmas na Hipótese B foi calculado em função da rocha transferida ao complexo químico, com o acréscimo da venda a terceiros resultando, como seria esperado, nos mesmos valores monetários para as duas hipóteses.

- Ainda como deduções da receita líquida, foram consideradas as despesas gerais administrativas (2% sobre a receita bruta), as depreciações sobre inversões fixas e a amortização em cinco anos das despesas pré-operacionais. Foi considerada a depreciação em cinco anos de 10% das inversões fixas, em dez anos o percentual adotado foi de 30%, restando 60% para depreciação em vinte anos.
- Outras hipóteses e parâmetros adotados são dados acerca de impostos sobre o lucro tributável, valor da UFIR, conversão de US\$ para R\$, valor residual, recomposição ambiental, bem como financiamento do BNDES.

É óbvio que outras alternativas de simulações poderão ser feitas. No entanto, o principal objetivo desta etapa de trabalho é demonstrar, com a maior segurança possível, que os indicadores de decisão determinados garantem a viabilidade do novo pólo de fertilizantes.

Saliente-se ainda que, atendendo ao propósito principal da presente análise econômico-financeira, e visando a determinar a atratividade e o poder de competitividade do empreendimento concebido, decidiu-se submeter a TIR correspondente ao caso base, a análise de sensibilidade referente a variações de: i) Preços; ii) Custos Operacionais; iii) Investimentos Totais.

A Tabela 44 sumariza as premissas, hipóteses e parâmetros, adotados no modelo de avaliação.

Tabela 44 – Premissas, Hipóteses e Parâmetros adotados no Modelo de Avaliação

Parâmetros	Valores	
	Unidade	Base
Reservas Lavráveis Totais		
Hipótese A	mil t P ₂ O ₅	2.007
Hipótese B	mil t P ₂ O ₅	2.007
Produção e Vendas		
Hipótese A	mil t/ano	108
Hipótese B	mil t/ano	108
Preços de Venda		
Hipótese A	R\$ / t	166,67
Hipótese B	R\$ / t	906,40
Impostos sobre Vendas		
ICMS - Hipótese A	% da Receita Bruta	0,00
ICMS - Hipótese B	% da Receita Bruta	2,39%
Créd. ICMS	% da Receita Bruta	0,00
PIS	% da Receita Bruta	0,65%
COFINS	% da Receita Bruta	3,00%
Royalties		
CFEM- Hipótese A	% da Receita Líquida	2,00%
CFEM- Hipótese B	% da Receita Líquida	0,37%
Superficiário	% da CFEM	50%
Outras Deduções da Receita Líquida		
DGA	% da Receita Bruta	2%
Depreciação em 5 anos	% das Inversões Fixas	10%
Depreciação em 10 anos	% das Inversões Fixas	30%
Depreciação em 20 anos	% das Inversões Fixas	60%
Amortizações	Ano	5,00
Impostos sobre Lucro Tributável		
I.Renda s/ LL <= 240 mil UFIR	%	15%
I.Renda s/ LL > 240 mil UFIR	%	25%
Contribuição Social	%	8%
Outros		
UFIR	R\$	1,0641
Taxa de câmbio	R\$ / US\$	1,80
Valor Residual	%	10%
Recomposição Ambiental	R\$ mil	360
Financiamento BNDES		
Juros	% a.a.	12,0%
Montante Financiado	%	50%
Carência	Trimestre	2
Amortização	Trimestre	20

8.2. Investimentos, Cronograma de Desembolso e Custos Operacionais

Na Tabela 45 está contida a composição do investimento total, baseado em dados anteriores (Tabelas 18 e 41). Merece destaque o tratamento dado ao capital de giro, quando da etapa de industrialização. Considerando a sazonalidade no uso de fertilizantes e as dificuldades habituais na liberação de créditos agrícolas, o capital de giro sofreu forte influência destes fatores, tornando-se bastante ponderável na Hipótese B, sendo suficiente para financiar estoques por cerca de dois meses.

Tabela 45 – Composição do Investimento Total

Discriminação	Mina (Hipótese A)		Complexo Químico		Hipótese B	
	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000
I - INVERSOES FIXAS	9.556	17.200	21.622	38.920	31.178	56.120
Obras Cíveis	4.167	7.500	8.889	16.000	13.056	23.500
Adução de Água	2.778	5.000	0	0	2.778	5.000
Edificações	1.389	2.500	8.889	16.000	10.278	18.500
Preparação da Lavra	0	0	0	0	0	0
Máquinas e Equipamentos	4.722	8.500	11.222	20.200	15.944	28.700
Lavra	0	0	0	0	0	0
Beneficiamento / Processamento	3.889	7.000	8.333	15.000	12.222	22.000
Utilidades e Equipamentos Auxiliares	833	1.500	2.889	5.200	3.722	6.700
Montagem	667	1.200	1.511	2.720	2.178	3.920
II - DESPESAS PRÉ-OPERACIONAIS	1.556	2.800	3.378	6.080	4.933	8.880
Pesquisa Mineral	111	200	0	0	111	200
Estudo de Viabilidade	167	300	167	300	333	600
Engenharia e Serviço de Compra	444	800	1.389	2.500	1.833	3.300
Gerenciamento de Implantação	167	300	556	1.000	722	1.300
Posta em Marcha	667	1.200	1.267	2.280	1.933	3.480
III - CAPITAL DE GIRO	267	480	8.244	14.840	8.511	15.320
Necessidades ou Ativo Circulante	422	760	11.778	21.200	12.200	21.960
Caixa	222	400	833	1.500	1.056	1.900
Estoque de Produtos	0	0	1.111	2.000	1.111	2.000
Suprimento de Materiais de Consumo	167	300	833	1.500	1.000	1.800
Peças de Reposição	33	60	111	200	144	260
Financiamento de Vendas	0	0	8.889	16.000	8.889	16.000
Recursos ou Passivo Circulante	156	280	3.533	6.360	3.689	6.640
Salários	39	70	83	150	122	220
Fornecedores de Insumos	28	50	3.167	5.700	3.194	5.750
Fornecedores de Peças de Reposição	22	40	56	100	78	140
Energia Elétrica	6	10	44	80	50	90
Combustível	11	20	44	80	56	100
Impostos	50	90	139	250	189	340
TOTAL	11.378	20.480	33.244	59.840	44.622	80.320
Investimento Unitário (\$/t Instalada)	105,35	189,63	307,82	554,07	413,17	743,70

A Tabela 46 apresenta o cronograma de desembolso decomposto segundo as hipóteses adotadas e a natureza dos investimentos: inversões fixas, despesas pré-operacionais e capital de giro, nas duas hipóteses analisadas. A Tabela 47, também baseada em dados anteriores (Tabelas 19, 27, 30, 31 e 37), discrimina os custos operacionais fixos e variáveis nas Hipóteses A e B.

Tabela 46 – Cronograma de desembolsos nas Hipóteses A e B (em R\$ mil)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total
I - Hipótese A	8.000	12.000	240	240	0	20.480
Inversões Fixas	6.880	10.320	0	0	0	17.200
Despesas Pré-Operacionais	1.120	1.680	0	0	0	2.800
Capital de Giro	0	0	240	240	0	480
II – Complexo Químico	13.500	25.784	10.168	5.936	4.452	59.840
Inversões Fixas	11.676	23.352	3.892	0	0	38.920
Despesas Pré-Operacionais	1.824	2.432	1.824	0	0	6.080
Capital de Giro	0	0	4.452	5.936	4.452	14.840
III - Hipótese B	21.500	37.784	10.408	6.176	4.452	80.320
Inversões Fixas	18.556	33.672	3.892	0	0	56.120
Despesas Pré-Operacionais	2.944	4.112	1.824	0	0	8.880
Capital de Giro	0	0	4.692	6.176	4.452	15.320

Tabela 47 – Composição do custo operacional nas Hipóteses A e B

Discriminação	Mina (Hipótese A)		Complexo Químico		Total (Hipótese B)	
	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000	US\$ 1.000	R\$ 1.000
I - CUSTOS FIXOS	1.111	2.000	2.500	4.500	3.611	6.500
Mão-de-Obra	1.111	2.000	2.500	4.500	3.611	6.500
Administrativa	167	300	250	450	417	750
Operação	633	1.140	1.667	3.000	2.300	4.140
Manutenção	222	400	444	800	667	1.200
Laboratório e Apoio Técnico	89	160	139	250	228	410
II - CUSTOS VARIÁVEIS	4.167	7.500	23.772	42.790	27.939	50.290
Lavra	1.667	3.000	0	0	1.667	3.000
Extração Contratada	1.667	3.000				
Combustíveis e Lubrificantes	0	0	0	0	0	0
Explosivos e Acessórios	0	0	0	0	0	0
Peças de Manutenção e Desgaste	0	0	0	0	0	0
Gastos com Pneus e Reparos	0	0	0	0	0	0
Beneficiamento / Processamento	2.500	4.500	23.772	42.790	26.272	47.290
Matérias-Primas (c/fretes e movimentação)	0	0	18.969	34.144	18.969	34.144
Energia Elétrica	667	1.200	667	1.200	1.333	2.400
Reagentes	389	700	0	0	389	700
Combustíveis e Lubrificantes	417	750	1.111	2.000	1.528	2.750
Material de Manutenção e Consumo	833	1.500	2.222	4.000	3.056	5.500
Embalagens e Despesas Diversas	194	350	803	1.446	997	1.796
TOTAL	5.278	9.500	26.272	47.290	31.550	56.790
Custo Variável Unitário (\$ / t)	38,58	69,44	220,11	396,20	258,69	465,65
Custo Total Unitário (\$/t)	48,87	87,96	243,26	437,87	292,13	525,83

Verifica-se que a mão-de-obra representa 21% do custo operacional, na Hipótese A, percentual que cai para cerca de 11%, na Hipótese B, refletindo o maior peso dos custos variáveis, no processo de industrialização. Por outro lado, enquanto na Hipótese A, o item de maior valor individual é a extração contratada, na Hipótese B, a aquisição de matérias-primas, é o valor unitário preponderante. Estes dois itens, como não poderia deixar de ser, deverão receber especial atenção do futuro empreendedor. Outro importante fator de negociação será o preço dos fretes, embutido no valor final das matérias-primas, representando cerca de 30% do custo das mesmas, CIF-Juazeiro.

8.3. Projeções dos Fluxos de Caixa

A Tabela 48 permite visualizar a simulação de fluxo de caixa na Hipótese A. Simulação semelhante está contida na Tabela 49, referente à Hipótese B. A Taxa Interna de Retorno (TIR), na Hipótese A, foi determinada em 19,4% ao ano. Para a Hipótese B, a TIR é de 22,2% ao ano. Em ambos os fluxos, estão assinalados os Valores Atuais Líquidos (VAL), referentes a diferentes taxas de descontos. Cabe registrar que as projeções de Fluxo de Caixa, das Tabelas 48 e 49, não consideram qualquer participação de recursos de terceiros (financiamentos).

A simulação realizada, considerando financiamento com o BNDES, para 50% dos investimentos efetuados nos três primeiros anos de implantação da mina e do complexo químico, determinou a TIR de 24,1% ao ano, na Hipótese A, sendo de 28,1% ao ano a TIR na Hipótese B, obviamente melhorando os resultados obtidos, na alternativa anterior (100% de capital próprio).

Dos fluxos de caixa analisados no caso-base, pode-se ainda concluir que o ponto de nivelamento na Hipótese A equivale a 22,3% da capacidade instalada de produção de rocha e, na Hipótese B, situa-se em 16,6% da capacidade instalada do novo pólo, considerando-se em conjunto a mina e o complexo químico. O *pay-back* na Hipótese A é de 4,5 anos e, na Hipótese B, 4,6 anos.

O crescimento da TIR na Hipótese B demonstra que a industrialização possibilita a agregação de valor ao concentrado fosfático produzido. Porém, a constatação mais importante, é que a industrialização do concentrado aumenta de forma inequívoca a oportunidade do próprio negócio. Para o possível investidor, não se trata apenas de ocupar espaço no setor de fertilizantes do Nordeste; a industrialização do concentrado fosfático amplia realmente as perspectivas de lucros, quando comparada à simples venda da rocha, conforme fica evidenciado ao se comparar os indicadores de decisão das Hipóteses A e B.

Estendendo tal avaliação para a óptica social, é importante ressaltar que a agregação de valor, aqui evidenciada, se expressa na forma de geração de emprego e renda, em região carente de alternativas para o seu desenvolvimento.

Todos os valores determinados para a TIR nas Hipóteses A e B, sem ou com financiamento, garantem níveis de rentabilidade extremamente favoráveis ao pólo concebido. Os pontos de nivelamento obtidos, por sua vez, permitem um elevado grau de segurança quanto a possíveis variações do mercado. Em suma, os indicadores de decisão, nas ordens de grandeza encontradas, possuem suficientes margens de segurança, facilitando decisões gerenciais e industriais, no caso de uma eventual conjuntura adversa.

8.4. Análises de sensibilidade

Algumas análises de sensibilidade foram realizadas abrangendo variações no preço de venda, no custo operacional total e no investimento total. Com relação ao preço unitário tomado como base nas Hipóteses A e B simularam-se variações de 5% para mais e para menos. Já para o custo operacional e o investimento totais, a variação adotada foi de 10% para mais e para menos, tomando-se como referência o valor básico constante nos fluxos estudados. Todas as simulações foram feitas sem e com financiamento, a fim de determinar em cada caso a respectiva TIR, conforme está explicitado nas Tabelas 50, 51 e 52.

Tabela 50 – Sensibilidade da TIR a variações no preço de venda.

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 5%		Preço básico de venda		- 5%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	21,6	25,0	19,4	22,2	17,1	19,3
Com financiamento	27,3	32,3	24,1	28,1	20,8	23,8

Tabela 51 – Sensibilidade da TIR a variações no custo operacional

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 10%		Custo operacional básico		- 10%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	16,7	18,5	19,4	22,2	22,0	25,8
Com financiamento	20,3	22,5	24,1	28,1	27,9	33,5

Tabela 52 – Sensibilidade da TIR a variações no investimento total

Condições \ Variações	VALOR DA TIR					
	+ 10%		Investimento total básico		- 10%	
Hipóteses	A	B	A	B	A	B
Sem financiamento	17,7	20,4	19,4	22,2	21,4	24,4
Com financiamento	21,7	25,4	24,1	28,1	27,0	31,2

Como seria esperado, a maior sensibilidade diz respeito à variação nos preços, seguindo-se em importância as variações no custo operacional e no investimento total. Verifica-se que uma variação a maior de 5% no preço, faz com que a TIR aproxime-se bastante dos valores correspondentes a uma redução de 10% no investimento total, principalmente na Hipótese A. Uma retração de 5% no preço é também comparável, em termos de valores da TIR, a um aumento de 10% no investimento total. Observações semelhantes podem ser feitas com relação às variações no custo operacional, em que pese a maior sensibilidade deste último, quando comparado com as mesmas variações percentuais no investimento.

8.5. Comentários sobre os resultados obtidos

O fundamental é a constatação de que os indicadores de decisão analisados apresentam resultados altamente satisfatórios. Cabe salientar que os preços sugeridos para o novo pólo, conforme anteriormente demonstrado, obedeceram a preceitos conservadores, que o custo operacional e o investimento foram cotejados com projetos similares, sendo estabelecidos com margem de segurança e, finalmente, que existe um real mercado comprador a ser atendido.

Desta forma, pode ser atribuída elevada confiabilidade à demonstração efetuada de viabilidade do pólo de fertilizantes, proposto e concebido no presente documento.

9. IMPACTOS DO NOVO PÓLO DE FERTILIZANTES

Como ocorre em qualquer projeto ou atividade humana, o novo pólo de fertilizantes trará impactos econômicos, sociais e ambientais. É evidente, no entanto, que sua viabilidade operacional será determinada pela prevalência dos impactos positivos, procurando-se a minimização dos impactos negativos.

Os impactos positivos de maior expressão estão relacionados aos aspectos econômicos e sociais. O impacto negativo de maior vulto será a necessidade de confinar cerca de 300.000 toneladas anuais de fosfogesso, produzidas durante o processo de fabricação do ácido fosfórico.

O cotejo entre os impactos positivos e negativos, como será visto a seguir, demonstra claramente que o novo pólo será da maior importância para o Nordeste, não só pela maximização de vantagens sociais e econômicas, como, ainda, pela real possibilidade tecnológica de minimização dos impactos ambientais.

Vale salientar que um conceito bastante difundido sobre o desenvolvimento sustentável se baseia em três mínimos e um máximo: minimização do uso de recursos naturais, minimização do consumo energético, minimização do impacto ambiental e maximização da satisfação social.

Visto dentro deste enfoque, o novo pólo permitirá a utilização de um bem mineral hoje inaproveitado, buscando a otimização do seu uso, ou seja, minimizando perdas do fósforo contido. O consumo energético do pólo será altamente beneficiado pela co-geração proveniente da produção de ácido sulfúrico a partir do enxofre. O futuro empreendedor deverá adotar os cuidados tecnológicos que permitirão a minimização de possíveis impactos ambientais, tanto na produção do ácido sulfúrico (com o emprego da dupla absorção), quanto no manejo do fosfogesso (pelo seu confinamento em área apropriada).

A criação de cerca de 100 empregos diretos em uma região absolutamente carente de quaisquer outras alternativas econômicas (Angico dos Dias/Caracol) e a oferta de pelo menos 200 empregos industriais diretos em área de desenvolvimento agrícola crescente (Petrolina/Juazeiro), porém necessitando de novas indústrias que absorvam mão-de-obra mais

profissionalizada, garante a satisfação social para com o novo pólo. Não só a mão-de-obra direta e suas famílias deverão ser beneficiadas; há um grande espaço para o crescimento do emprego indireto, além de toda uma plêiade de benefícios para a população em geral, relacionados com a melhoria dos níveis de cuidados com o meio ambiente e com a pessoa humana, principalmente saúde, lazer e cultura, que certamente advirão da implantação e operação do novo pólo.

À luz dos conceitos e apreciações anteriores, pode-se afirmar que a implantação e a operação deste novo pólo de fertilizantes no Nordeste, se encontram perfeitamente sintonizadas com os requisitos imprescindíveis ao desenvolvimento sustentável daquela Região.

9.1. Impactos sócio-econômicos

São de diversas origens os positivos impactos sócio-econômicos decorrentes do novo pólo. Inicialmente, são mais discerníveis a absorção de mão-de-obra direta e indireta, trazendo em seu bojo a circulação de renda, necessária à geração de novas oportunidades. Somente a mão-de-obra direta, na mina e no complexo industrial, fará circular anualmente um valor próximo a R\$ 3,5 milhões.

Além disso, considerando-se que apenas o enxofre (importado) e as bombonas plásticas (adquiridas em São Paulo) virão de fora da Região, verifica-se que a remuneração de fatores regionais tais como mão-de-obra, matérias-primas, fretes, energia e insumos diversos, será responsável pela circulação anual de pelo menos R\$ 60 milhões, na Hipótese B.

O entorno da área de mineração (Angico dos Dias/Caracol) deverá sofrer um processo de modernização sem precedentes. A inserção da água e da energia elétrica como bens permanentemente disponíveis, deverá modificar, entre outros, os padrões atuais de consumo e de lazer. É bastante recomendável, inclusive, que o Estudo de Impacto Ambiental, a ser feito, analise detalhada e objetivamente as mudanças que devem afetar os habitantes locais, em face da nova realidade.

Apesar do esforço que deve ser empreendido, objetivando a absorção crescente da mão-de-obra local, inclusive dedicando-se especial atenção a treinamentos de curta duração, certamente uma boa parcela da mão-de-obra mais especializada virá de fora do núcleo Angico dos Dias/Caracol. A opção empresarial para tais casos tanto poderá ser a construção de melhores habitações locais para o seu pessoal, quanto a implantação de instalações que visem a execução da lavra e da concentração do minério dentro de um estilo *fly-in / fly-out*.

É lógico que a decisão final caberá ao futuro empreendedor. O Quadro 4, no entanto, apresenta algumas comparações entre os dois estilos de operação, subsidiando futuras discussões e seleção da melhor alternativa, em função de conveniências próprias do grupo empresarial que implantar o novo pólo.

Quadro 4 – Algumas comparações entre as opções *fly-in / fly-out* e construção de vila residencial

OPÇÕES EMPRESARIAIS		RESULTADOS			
		PARA A EMPRESA		PARA A COMUNIDADE	
		VANTAGENS	DESVANTAGENS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fly-in / Fly-out		<ul style="list-style-type: none"> • Reduz a possibilidade de criação de enclaves • Evita maior investimento fixo adicional • Permite melhor seleção de mão-de-obra • O acréscimo efetivo de custos é atenuado, devido à dedução de tais despesas da Receita Bruta 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta o custo operacional, reduzindo a TIR. • Torna mais difícil a integração com a comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz as possibilidades de atritos entre "antigos" e "novos" moradores • Não eleva custos para os "antigos" moradores 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz: as possibilidades de emprego para a mão-de-obra local • Reduz: os efeitos da interiorização do desenvolvimento • Reduz: os benefícios indiretos de saúde e lazer • Dificulta o interesse no treinamento da mão-de-obra local
Vila Residencial		<ul style="list-style-type: none"> • Permite maior fixação da mão-de-obra especializada • Permite maior integração entre a empresa e a comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiências gerenciais podem criar a possibilidade de geração de enclaves • Aumenta o custo fixo, reduzindo a TIR • Pode gerar despesas adicionais de manutenção residencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Benefícios indiretos de saúde e lazer • Interiorização do desenvolvimento • Possibilidade de acelerar o desenvolvimento local e regional 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidades de atritos entre "antigos" e "novos" moradores • Aumenta custos para os "antigos" moradores

Deve ainda ser dada uma atenção específica aos problemas relacionados à higiene e à segurança do trabalho; não só pela atividade de mineração já exigir cuidados especiais, porém, também, pelo exercício da mesma em local afastado de boa infra-estrutura ambulatorial e hospitalar. Provavelmente, em termos de assistência médica, tanto a mineração quanto o complexo químico deverão ser atendidos mediante convênio com entidade especializada.

Também o transporte rodoviário do minério até Juazeiro e Barreiras deverá merecer especial enfoque, em face dos possíveis problemas relacionados ao excesso de consumo de álcool e disseminação de doenças sexualmente transmissíveis, que costumam surgir em situações similares. É importante lembrar que mesmo sendo utilizadas carretas de 30 toneladas, o número de viagens de ida ou de volta, entre Angico dos Dias/Juazeiro e Angico dos Dias/Barreiras, alcançará o número de 20.000/ano, ou seja, numa distribuição linear (a intensificação do transporte é maior no segundo semestre), 55 carretas trafegando por dia, numa ou noutra direção.

Como ponto altamente positivo deve ser mencionada a melhoria das estradas regionais, permitindo o tráfego permanente de caminhões e carretas. Atualmente o acesso a Angico dos Dias é bastante difícil, figurando como melhor opção, a partir de Juazeiro, a ida a São Raimundo Nonato (PI), com posterior caminho em direção a Campo Alegre de Lourdes (BA), passando por Caracol (PI) e daí para Angico dos Dias (BA) (Figura 3). O trecho, principalmente a partir de São Raimundo Nonato, é precário e sua reforma muito servirá àquela porção nor-noroeste do Estado da Bahia e sudoeste do Estado do Piauí, hoje possuindo municípios com características de vazios geográficos e econômicos, sobrevivendo exclusivamente às custas do Fundo de Participação dos Municípios.

Havendo de antemão os cuidados aqui mencionados, pode-se afirmar, sem qualquer dúvida, que a mineração do fosfato naquela região será um marco definitivo para o desenvolvimento sócio-econômico de uma das parcelas mais pobres do semi-árido nordestino.

Por outro lado, pela primeira vez no Nordeste, serão industrialmente produzidos ácido fosfórico, bem como MAP, TSP e N-P-K granulados. Analisando-se a Tabela 39, verifica-se que as diferenças entre os preços sugeridos para os produtos granulados e aqueles vigentes em Petrolina/Juazeiro, para os mesmos produtos, variam até 89%, com média ponderada de 38%, apresentando plena vantagem para os preços sugeridos. A Tabela 53 permite uma comparação entre os valores do faturamento bruto total do complexo, a preços sugeridos, e o faturamento calculado, a preços vigentes.

Considerando-se que o comprador final deverá se apropriar de boa parte desta diferença de preços, até para permitir a competitividade do novo pólo com produtos vindos de fora da Região Nordeste, isto também significará uma nova fonte de distribuição de renda entre os agricultores regionais. Calculando-se em 30% esta apropriação, tudo se passa como se fossem injetados anualmente cerca de R\$ 11 milhões no capital de giro da agricultura local.

A diferença de preços também permitirá o surgimento de pequenos e médios empreendimentos regionais de misturas que utilizarão produtos do novo pólo, em toda a Região Nordeste, com ênfase especial nos mercados já identificados (Tabela 29). Este fenômeno de criação de indústrias satélites a um pólo de fertilizantes não é novidade; o pólo de fertilizantes fosfatados em Uberaba (MG), implantado pela FOSFÉRTIL, permitiu a operação de muitas misturadoras, dos mais diversos portes, em várias áreas do Triângulo Mineiro e mesmo em estados vizinhos.

Tabela 53 – Comparação entre o faturamento bruto do novo pólo, a preços sugeridos, e o faturamento bruto, calculado a preços vigentes em Petrolina/Juazeiro, em agosto de 1999 (valores de faturamento em R\$ 1.000,00)

Produto	Vendas em t/ano	Preço sugerido de venda em R\$/t	Faturamento bruto a preços sugeridos (A)	Preço vigente de venda em R\$/t	Faturamento bruto a preços vigentes (B)	Diferença (B) – (A)	$\frac{(B) - (A)}{(A)}$
Adubo líquido	7.000	850,00	5.950,0	1.125,00	7.875,0	1.925,0	0,32
Fosfato bicálcico	30.000	500,00	15.000,0	630,00	18.900,0	3.900,0	0,26
MAP granulado	30.000	350,00	10.500,0	584,00	17.520,0	7.020,0	0,67
TSP granulado	30.000	280,00	8.400,0	530,00	15.900,0	7.500,0	0,89
SSP granulado	40.000	180,00	7.200,0	324,60	12.984,0	5.784,0	0,80
N-P-K granulado	70.000	310,00	21.700,0	(*) 399,00	27.930,0	6.230,0	0,28
N-P-K mistura	70.000	380,00	26.600,0	441,00	30.870,0	4.270,0	0,16
Ácido fluossilícico	4.700	30,00	141,0	(**) 141,00	141,0	-	-
TOTAL	281.700	-	95.491,0	-	132.120,0	36.629,0	0,38

(*) Preço corrigido da formulação 6-24-12 para a formulação 02-18-18.

(**) Foi mantido o mesmo preço.

9.2. Impactos ambientais

Quanto à área mineralizada, um correto plano de lavra permitirá sua recuperação, até com futuras melhorias, com relação à situação atual. Como já foi dito, o local se situa em zona com precipitação pluviométrica inferior a 400 mm/ano e taxa de evaporação superior a 2.000 mm/ano. A vegetação existente é típica de caatinga rala, sem grandes árvores ou mesmo arbustos de maior porte. Até o rebanho caprino, mais característico do semi-árido, é escasso naquela área.

A deficiência hídrica, sem qualquer dúvida, é o maior entrave ao desenvolvimento local. Com o apoio da mineração, deverá tornar-se viável uma maior disponibilidade de água, o que certamente contribuirá à melhoria das condições locais de vida e, principalmente, permitirá uma prática agrícola menos sujeita ao fenômeno climático da seca regional.

É plenamente possível que as áreas lavradas e posteriormente recuperadas, inclusive com a adição de solo, restos vegetais, fosfógeno, fertilizantes e água, possam se tornar bastante produtivas, em termos agrícolas, fato que hoje não ocorre, salvo em pequenas e raríssimas manchas, muito localizadas.

Durante a lavra e a concentração do minério, deverá ocorrer o monitoramento das diversas operações, mantendo-se os níveis de emissão de particulados, bem como de quaisquer outros efluentes, dentro dos limites técnica e legalmente aceitáveis. Saliente-se que o pequeno povoado existente, com cerca de 800 pessoas, fica a mais de 1 km da jazida e os ventos predominantes sopram do povoado para a jazida, evitando assim maiores transtornos sob este aspecto.

O impacto causado pela futura bacia de rejeitos deverá ser restrito a área inabitada e sem qualquer utilização agrícola. Os equipamentos fixos deverão ser especificados para um nível de ruído máximo de 85 dB, a 1 m de distância. O monitoramento das operações de lavra e transporte do minério à unidade de beneficiamento, permitirá o controle da emissão de particulados.

É absolutamente correto, neste caso específico, afirmar que os impactos sócio-econômicos, na área de influência da mineração, terão muito maior repercussão sobre a população local, do que os impactos ambientais decorrentes da lavra e da concentração do fosfato.

Já no que diz respeito ao complexo químico, em Juazeiro, o impacto sócio-econômico, principalmente a inter-relação com a sociedade local, não terá o mesmo vulto alcançado em Angico dos Dias/Caracol. O conjunto Petrolina/Juazeiro, com cerca de 450.000 habitantes e um nível de vida similar ao de grandes cidades, deverá absorver, com muita tranquilidade, os possíveis forasteiros que poderão compor os quadros funcionais do novo pólo.

É óbvio que haverá um certo impacto econômico decorrente de um faturamento bruto anual próximo aos R\$ 100 milhões. O novo pólo se constituirá na maior empresa daquela região, disputando a primazia econômica com a fruticultura local.

A micro-localização do futuro pólo, obedecendo à melhor lógica industrial, deverá ser às margens do rio São Francisco, preferencialmente próxima ao porto e às mais importantes rodovias de acesso a Juazeiro, possuindo, também, ligação com a malha ferroviária existente. Além disso, o terreno deve ter uma área mínima de 20 ha, possibilitando a ampliação dos módulos cujos produtos venham a receber maior aceitação pelo mercado.

Outro ponto importante para definição do local é o estudo dos ventos dominantes, evitando-se que alguma eventual falha na operação leve odores desagradáveis e/ou gases nocivos para a população de Petrolina/Juazeiro, cidades vizinhas unidas por ponte sobre o rio São Francisco.

O porto de Juazeiro fica cerca de 10 km a montante da cidade e, como os ventos predominantes têm direção sudeste-noroeste, existem terrenos próximos ao embarcadouro que atendem às condições anteriormente explicitadas. Caberá ao futuro interessado na implantação do novo pólo, a seleção definitiva da área que julgar mais adequada ao empreendimento.

Os impactos ambientais mais previsíveis durante a operação do complexo químico são decorrentes de poeiras derivadas do manuseio de

matérias-primas pulverulentas, gases tóxicos, principalmente sulfurosos, e fosfogesso com possibilidade de contaminação de água corrente e/ou lençol freático. Outro possível resíduo seria cinza da queima de madeira, caso sejam utilizados cavacos na secagem da granulação.

Com relação aos particulados, existem soluções técnicas, seja por diferencial de pressões, seja por aspiração e coleta de pó, ou ainda por filtros que previnem o impacto ambiental resultante do excesso de poeira lançado à atmosfera. O correto monitoramento das atividades produtoras de poeiras deverá permitir que o efluente lançado à atmosfera não ultrapasse os valores aceitos internacionalmente, ou seja, 75 mg/Nm³ de gás, base seca.

Os gases sulfurosos deverão ter mínimo impacto ambiental, em face de estar previsto para emprego na unidade de ácido sulfúrico o processo de dupla absorção, o qual minimiza toda e qualquer emissão contendo enxofre. Além disso, a lavagem final dos gases reduz qualquer resíduo tóxico, porventura ainda existente, sendo lançados na atmosfera gases que obedecem padrões internacionais de controle.

Quanto ao fosfogesso, trata-se de um subproduto da fabricação do ácido fosfórico, cujo impacto ambiental, em todo o mundo, ainda é um problema em aberto. Algumas unidades industriais da África do Norte e da África do Sul, até recentemente, lançavam o fosfogesso diretamente no mar, por meio de emissários submarinos. Nos países mais desenvolvidos, utiliza-se a estocagem confinada do fosfogesso.

Décadas atrás, na Áustria e na África do Sul, foi tentada a reciclagem do fosfogesso, objetivando simultaneamente a recuperação do enxofre e/ou obtenção de ácido sulfúrico e a produção de cimento Portland. Outras tentativas tecnológicas, sempre objetivando reciclar o enxofre (em cada 6 t de fosfogesso está incorporada 1 t de enxofre), foram desenvolvidas em vários países. No entanto, ora por dificuldades de transposição dos resultados obtidos em bancada e/ou usina piloto, para a escala industrial, ora por falta de viabilidade econômica do próprio processo estudado, a reciclagem industrial do fosfogesso ainda é um tema a merecer pesquisa, principalmente no Brasil, grande importador de enxofre (BARTL e ALBUQUERQUE, 1992).

Na Europa e nos Estados Unidos foi aventada a hipótese de utilizar o fosfogesso como substituto da gipsita, em paredes divisórias e outros artefatos de gesso. No entanto, o teor de U_3O_8 no fosfogesso, aliado ao poderoso *lobby* dos produtores europeus e americanos de gipsita e produtos dela derivados, impediram o seu uso na construção civil (VILLAS BÔAS, 1981).

No Brasil, em diversas unidades produtores de ácido fosfórico, costuma-se doar o fosfogesso, normalmente empregado como corretivo de solos. Algumas fábricas de cimento também substituem a gipsita pelo fosfogesso, como agente retardador de pega. No novo pólo de fertilizantes pretende-se que o fosfogesso seja estocado em local apropriado, com base devidamente preparada, recoberto de manta plástica própria para este tipo de aplicação. Conquanto sua doação deva ser praticada, sua produção anual (300.000 t) deverá superar amplamente sua capacidade de consumo local, já que o produto não suporta a agregação de maiores valores de fretes.

Considerando que o terreno do pólo, às margens do rio São Francisco, deverá ter valor superior a terrenos mais afastados do rio, é recomendável que a estocagem do fosfogesso seja feita com o emprego de um mineroduto pólo-terreno para estocagem, possibilitando desta maneira o uso mais nobre do terreno ribeirinho e reduzindo, ao final, o custo de estocagem do fosfogesso.

Note-se, também, que a escolha do terreno para disposição do fosfogesso deverá ser feita com os devidos cuidados paisagísticos, procurando-se fazer com que os depósitos formados artificialmente possam posteriormente ficar inseridos no contexto ambiental local, minimizando-se, até com a possibilidade de futura cobertura vegetal, qualquer maior efeito visual negativo.

Durante a implantação do complexo químico, seus dirigentes e técnicos também poderão participar de estudos e pesquisas sobre o aproveitamento do fosfogesso, particularmente os trabalhos acerca deste tema a serem iniciados no próximo ano 2001, os quais contarão com a participação do CETEM – Centro de Tecnologia Mineral (RJ) e da Universidade de Saint Etienne, França, além de empresas brasileiras, francesas e outras instituições que se interessarem pelo assunto.

10. CONCLUSÕES

Atualmente, o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes, sendo precedido pela China, Estados Unidos e Índia. Considerando os macronutrientes primários (N-P-K), verifica-se que no Brasil a relação entre os mesmos é de 1:1,41:1,49, enquanto a relação mundial é de 1:0,40:0,28. Existe no Brasil um maior consumo relativo de fósforo e potássio, quando comparados com a média mundial.

O Brasil é também importador, em diversos percentuais, de todos os macronutrientes primários. Com base em estatísticas da ANDA, verifica-se que existe, atualmente, um déficit nacional da ordem de 40%, em P_2O_5 . Para o nitrogênio (N) e o potássio (K_2O), os déficits a partir da produção nacional de matérias-primas para fertilizantes foram, respectivamente, de 23% e 83%, no ano de 1999.

Quaisquer que sejam as projeções adotadas para o consumo de fertilizantes no Brasil, verifica-se que o déficit já existente, a ser coberto por importações, tende a ser crescente, caso novos projetos não sejam implantados, em áreas nas quais ocorra viabilidade para tanto.

Já a Região Nordeste do Brasil é superavitária na relação entre disponibilidade *versus* consumo de nitrogênio e potássio, enquanto sua dependência de fósforo é quase total, havendo apenas uma pequena produção de concentrado fosfático em Irecê-BA.

Pelas projeções de demanda da ANDA, pelo menos até 2010, o Nordeste continuará superavitário em N e K. Em face de tais dados, surge o P como o nutriente chave na possível diminuição da importação regional de fertilizantes, a qual já supera os US\$ 50 milhões anuais, apenas com a compra de fosfatados no exterior. Os valores de importação, caso não seja ampliada a produção local de fertilizantes fosfatados, continuarão acompanhando as necessidades derivadas do crescimento agrícola regional.

É importante salientar que existiam no Nordeste, em 1996, 260.000 ha irrigados, havendo ainda 540.000 ha disponíveis para irrigação, apenas na bacia do rio São Francisco. Se for considerado todo o semi-árido nordestino, a

área potencialmente irrigável atinge 1.600.000 ha (CODEVASF, 1996). Áreas como Barreiras (BA), Balsas (MA) e Vale do Gurguéia (PI) são responsáveis, em seus respectivos estados, por aumentos no consumo de fertilizantes superiores a 22% no último quinquênio (1995-1999). Note-se que estudo já mencionado (ANDA, 1999a), prevê que entre 1999 e 2008, as regiões Nordeste e Norte terão o maior crescimento de consumo de fertilizantes no Brasil, estimado em 36% (Tabela 11).

O crescimento do consumo de fertilizantes no Nordeste poderá ainda ser bem mais expressivo, com o aumento da oferta de água na Região. A transposição de águas da bacia do rio Tocantins para o São Francisco permitirá a disponibilidade de 127 m³/s de água, beneficiando cerca de 200 municípios no semi-árido do Nordeste Setentrional e abrangendo uma área de 180.000 km² (O EMPREITEIRO, 2000).

Existe ainda outro viés de consumo que, embora de difícil quantificação, se constitui em realidade: a demanda contida. É bem conhecido o fato de que a disponibilidade local de um produto, por si só, permite o maior crescimento de seu mercado. J. B. SAY (1767-1832) em seu *Traité d'économie politique* afirma textualmente "a oferta sempre cria sua própria procura" (STONIER, 1970).

A Bahia, como um todo, hoje já responde por quase 60% do total de fertilizantes consumidos no Nordeste. Crescimentos mais modestos de consumo também são notados no Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe. Praticamente, apenas os Estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, afetados pela recessão da indústria açucareira local, tiveram queda no consumo de fertilizantes, ao longo dos cinco últimos anos (Tabela 10).

Torna-se assim prioritária para o Nordeste a análise de alternativas que possam minimizar a aquisição de fosfatados importados, possíveis de serem produzidos no próprio Nordeste, a partir de depósitos regionais de rocha fosfática. Esta análise foi uma das etapas do presente trabalho.

Os estudos realizados deixaram patente que a jazida de fosfato situada em Angico dos Dias/Caracol (BA/PI) é a que reúne melhores condições para aproveitamento imediato. Com reservas medidas de 16,4 milhões de toneladas

de minério, a 16,32% P_2O_5 , a mineração poderá produzir, durante cerca de 18/19 anos, 300.000 t/ano de concentrado, a 36% P_2O_5 , considerando-se uma recuperação global de 75%, em P_2O_5 . Análises tecnológicas e ensaios de beneficiamento realizados por PAULO ABIB ENGENHARIA, 1987 e 1988, LIBERAL, 1989, KAHN et alli., 1990, NEUMANN, 1999 e LINS, 1999, demonstraram a viabilidade da produção de concentrados fosfáticos, de amplo uso industrial, a partir do depósito mencionado.

Por outro lado, levando-se em conta que a referida jazida está relativamente próxima às áreas irrigadas e irrigáveis do semi-árido nordestino, já em franco desenvolvimento agrícola, seu aproveitamento deverá dar origem a um novo pólo de fertilizantes, tendo como base os fosfatados solúveis. É possível, ainda, que a continuação de pesquisas, durante a fase de lavra, possa incorporar novas reservas de minério residual.

Com o suporte de estudos anteriores, foi realizada uma simulação de investimentos e custos operacionais, tendo como parâmetro a produção pretendida na futura mina. Adotando-se um preço de venda do concentrado de R\$ 60,00/t (FOB), a margem operacional da mineração, após impostos e outras contribuições financeiras, foi calculada em 22% sobre o faturamento bruto, percentual bastante aceitável.

O principal problema a ser equacionado nas operações de beneficiamento do fosfato é a adução de água, estando prevista a utilização de água subterrânea, captada na Bacia do Parnaíba, no Estado do Piauí, envolvendo custos fixos da ordem de R\$ 5 milhões. O investimento na implantação do beneficiamento e operações auxiliares está estimado em R\$ 15 milhões, prevendo-se a contratação da lavra com terceiros. O custo industrial total da tonelada de concentrado a ser produzido em Angico dos Dias/Caracol, foi calculado em R\$ 42,34.

As diversas alternativas para a concepção de um pólo de fertilizantes, a partir de 300.000 toneladas anuais de concentrado fosfático, a 36% P_2O_5 , foram objeto de discussão com vários produtores e distribuidores do Nordeste. Também foram levadas em consideração as projeções da ANDA, que indicam

para 2003, na Região, um consumo mínimo de fertilizantes de 1.400.000 t, ou seja, 138.000 t N, 176.000 t P_2O_5 e 229.000 t K_2O (Tabela 12).

De início foi verificado que, além de fertilizantes propriamente ditos, o novo pólo deveria incluir a produção de fosfato bicálcico, usado na alimentação animal, hoje totalmente adquirido de fontes externas à Região. A disponibilidade de rocha para o novo pólo também foi modificada, tendo em vista que a Galvani Fertilizantes da Bahia Ltda. pretende utilizar 40.000 t/ano do concentrado produzido em sua unidade industrial localizada no Município de Luiz Eduardo Magalhães (ex-Mimoso do Oeste)/BA.

Em função da rocha disponível e considerando as necessidades do mercado, o perfil produtivo previsto para o novo pólo abrange os seguintes produtos intermediários e fertilizantes básicos: ácido sulfúrico, ácido fosfórico, superfosfato simples pó e superfosfato triplo pó.

Atendendo ao limite disponível de 93.600 t/ano P_2O_5 , às necessidades do mercado regional, e aos valores estequiométricos envolvidos, foram definidas as produções respectivas (Tabela 25). A partir da determinação da oferta de produtos intermediários e fertilizantes básicos, foi possível definir os produtos finais que comporão a lista de disponibilidades para venda (Tabela 26).

O complexo químico projetado será integrado pelos seguintes módulos industriais principais: unidade de ácido sulfúrico, produzindo 200.000 t/ano, a 98% de concentração; unidade de ácido fosfórico, com capacidade de 60.000 t/ano, a 100% P_2O_5 ; unidade de acidulação e de granulação com capacidade para produzir 48.000 t/ano de TSP pó (42% P_2O_5) e 110.000 t/ano de SSP pó (18% P_2O_5), bem como para granular um total de 220.000 t/ano, sendo: 45.000 t/ano de MAP (11-53-00), 45.000 t/ano de TSP (44% P_2O_5), 60.000 t/ano de SSP (20% P_2O_5) e 70.000 t/ano de fertilizante N-P-K (02-18-18); unidade de fosfato bicálcico, com capacidade para 30.000 t/ano de produto, com 42% P_2O_5 , além de misturadora de grânulos N-P-K, prevista para produzir 70.000 t/ano (8,7 – 26,5 – 8,5).

Saliente-se que a produção de granulados, no complexo químico projetado (220.000 t/ano), atenderá cerca de 16% do consumo mínimo previsto para o Nordeste, pela ANDA (1.400.000 t/ano), para o ano 2003, possibilitando assim o desenvolvimento de outros projetos similares.

A definição da localização do complexo químico abrangeu o estudo de três alternativas: junto à mina (Angico dos Dias-BA), na localidade mais próxima às margens do rio São Francisco (Pilão Arcado-BA) e nas cidades de Petrolina/Juazeiro (BA/PE), também às margens do mesmo rio e centro agrícola em expansão.

As análises econômico-financeiras realizadas levaram em conta as despesas de transporte referentes ao suprimento de matérias-primas, os custos de acesso ao mercado, os valores operacionais, bem como os investimentos fixos previstos (Tabelas 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 e 35).

A área de Petrolina/Juazeiro configurou-se como a solução econômico-financeira mais indicada para a localização do complexo químico. Entre as duas cidades, Juazeiro se revelou como a melhor opção, pelos seguintes atributos: tem porto próprio localizado próximo a rodovias e ferrovias; nas circunvizinhanças do porto existem áreas industriais compatíveis com a operação do pólo; se localiza no Estado líder no consumo de fertilizantes no Nordeste, tornando mais fácil os trâmites do ICMS, por ser a industrialização da rocha realizada na Bahia.

Os custos industriais do pólo projetado, a fim de permitir os estudos de viabilidade, foram calculados a partir de levantamentos e comparações de custos realizados junto às empresas Galvani Indústria, Comércio e Serviços Ltda. e Galvani Fertilizantes da Bahia (Tabela 37).

Os custos finais dos produtos foram obtidos a partir dos seguintes dados conhecidos:

- a) proporções das matérias-primas e produtos intermediários, necessários à elaboração dos produtos finais destinados ao mercado (Tabelas 25 e 26);
- b) custos de sua aquisição CIF – Juazeiro (Tabela 27);
- c) estimativas de investimentos (Tabela 28); e

d) custos de industrialização (Tabela 37).

A Tabela 38 apresenta os custos finais previstos para os diversos produtos do pólo. A Tabela 39 compara os mesmos custos com os preços vigentes em Petrolina/Juazeiro, apresentando ainda uma sugestão de preços para os produtos do pólo.

Com os preços sugeridos, inferiores aos preços atualmente vigentes, foi simulado um faturamento bruto e daí, calculadas e deduzidas as diversas despesas, permitindo assim a obtenção da margem operacional. A margem operacional obtida para o complexo químico foi de 23,0% sobre o faturamento bruto, o que é considerado um resultado empresarialmente aceitável (Tabela 40).

Outras análises econômico-financeiras foram realizadas, partindo-se das Hipóteses A e B. Na Hipótese A, a mina foi considerada uma unidade independente, vendendo toda a sua produção a terceiros. Na Hipótese B, a mina e o complexo químico formam um único conjunto, vendendo 40.000 t/ano de concentrado a terceiros e industrializando internamente 260.000 t/ano de concentrado.

Para ambas as hipóteses, foram montados fluxos de caixa e calculados os valores atuais líquidos, as taxas internas de retorno, os pontos de nivelamento, os períodos de *pay-back*, além de serem feitas análises de sensibilidade aos preços, aos custos operacionais e aos investimentos.

Os resultados obtidos para os indicadores de decisão analisados (Tabelas 48, 49, 50, 51 e 52), tanto sem financiamento, quanto com financiamento de 50% dos investimentos, nos três primeiros anos, não deixam dúvida quanto à viabilidade de implantação e operação do pólo de fertilizantes planejado.

Na Hipótese A, sem financiamento, a Taxa Interna de Retorno (TIR) foi determinada em 19,4% ao ano, sendo de 24,1% ao ano, no caso de haver financiamento. Para a Hipótese B, nas mesmas condições, a TIR foi, respectivamente, 22,2% e 28,1% ao ano.

Mesmo com variações adversas, com relação ao fluxo de caixa básico, a TIR mantém valores satisfatórios. A queda de 5% no preço básico de venda, na pior condição (Hipótese A, sem financiamento), resulta na TIR de 17,1% ao ano. Na mesma condição, um acréscimo de 10% no custo operacional e, em outra simulação, o aumento de 10% no investimento total, reduzem a TIR, respectivamente, a 16,7% e 17,7% ao ano.

A TIR sempre apresenta maior valor na Hipótese B, demonstrando cabalmente que a industrialização do concentrado, dentro de um perfil produtivo que atenda ao mercado, aumenta a lucratividade do próprio negócio.

Não se trata apenas de ocupar uma parcela do mercado de fertilizantes do Nordeste; a operação conjunta mina-complexo químico trará, também, maior geração de valor para o investidor, quando comparada à exclusiva produção e venda de concentrado.

Com referência aos impactos da operação mina-complexo químico, verifica-se inicialmente que na área de influência da mineração, em face das dificuldades reinantes na área, com sérios problemas de água, energia e condições habitacionais, o impacto econômico-financeiro será altamente benéfico ao desenvolvimento. O impacto ambiental, modificador da natureza, normalmente com efeitos negativos, poderá servir, neste caso específico de mineração em uma das áreas mais ínvias do semi-árido nordestino, à melhoria das condições agrícolas locais, desde que o plano de lavra seja tecnicamente elaborado, já com este objetivo.

O maior impacto, a ser devidamente estudado e equacionado na área da mina, será o impacto social. A múltipla ocorrência de 100 empregos diretos, postos de trabalho indiretos, presença rotativa de pelo menos 55 caminhoneiros/dia e presença diária de técnicos vindos de outros lugares, em uma área paupérrima e de ínfima densidade demográfica, a par do desenvolvimento econômico, poderá trazer problemas sociais merecedores de prévia e permanente atenção.

Derivado do complexo químico, não deverá haver qualquer impacto social. O núcleo Petrolina/Juazeiro, com mais e 450.000 habitantes, não será

afetado por problemas sociais decorrentes da mão-de-obra direta e indireta utilizada no complexo.

Haverá, evidentemente, o impacto econômico de um faturamento anual próximo aos R\$ 100 milhões, tornando a empresa produtora de fertilizantes, o maior empreendimento daquela área. Trata-se, porém, de um impacto positivo que favorecerá o desenvolvimento do semi-árido regional.

O maior impacto ambiental do complexo químico, será a necessidade de estocagem confinada de 300.000 t/ano de fosfogesso. Existem soluções técnicas para a estocagem, evitando-se qualquer contaminação de águas superficiais, bem como do lençol freático.

O cotejo entre pontos positivos e negativos, envolvidos na implantação e operação do pólo de fertilizantes, aqui delineado, permite afirmar que o projeto proposto atende aos melhores requisitos para o desenvolvimento sustentável do Nordeste.

O presente trabalho também abre oportunidades para a realização de novos estudos sobre ocorrência de fosfatos no Nordeste e seu aproveitamento. Os futuros estudos poderão contribuir para a implantação e operação de outras minas e complexos químicos, objetivando atender ao déficit de produtos fosfatados que ainda continuará existindo na Região.

11. BIBLIOGRAFIA

- A INDÚSTRIA de fertilizantes fosfatados no Brasil. São Paulo, IBRAFOS, 1991. 44p.
- ABREU, S.F. **Recursos minerais do Brasil**. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1973. 2v.
- ALBUQUERQUE, C. O fósforo e a vida. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 3., Brasília, 1986. **Anais**. Brasília, IBRAFOS, 1986. p. 25-45.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. Interiorização da indústria de fertilizantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1., Brasília., 1979. **Anais**. Brasília, IBRAFOS, 1979. p. 53-67.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. Aspectos da indústria de rocha fosfática no Brasil. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 416, p. 10-5, dez. 1979.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. The Paulista phosphate deposit in Pernambuco state, Brazil. In: NOTHOLD, A.J.G.; SHELDON, R.P.; DAVIDSON, D.F., eds. **Phosphate deposits of the world**. Cambridge, University Press, 1989. v. 2, p. 95-9.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. **Outlook of the phosphate rock industry in Brazil**. 2. ed. São Paulo, IBRAFOS, 1980.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; GIANNERINI, J.F. Novas áreas de pesquisa de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2., Brasília, 1981. **Anais**. Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 109-21.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. Fertilizantes no Nordeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10., Recife, 1981. **Atas**. Recife, SBG - Núcleo NE, 1982. p. 439-44.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. **A produção de fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas**. São Paulo, 1995. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ALCOVER NETO, A. **Caracterização mineralógica de concentrado apatítico do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI): Fase 2**. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 31 p. (Relatório Técnico, 57/99)
- ALMANAQUE Abril 2000. São Paulo, Abril Editora, 2000. 433 p.

- ANDERY, P.A. **Concentração de apatita do carbonatito de Jacupiranga, estado de São Paulo.** São Paulo, 1967. 73p. Tese (Cátedra).
- ANDERY, P.A. **Flotation of phosphate containing materials.** Int. Cl. 209-167. U.S. 3, 403, 783. October 1, 1968.
- ANDRADE, J.E.P. et al. **A indústria de fertilizantes.** Rio de Janeiro, BNDES, 1996.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1980.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1981.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1982.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1983.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1984.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1989.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1990.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1991.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1992.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1993.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1994.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1995.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1996.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1997.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1998.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, 1999.
- ARAÚJO, N.B.; WEDEKIN, I.; PINAZZA, L.A. **Complexo agroindustrial: o "agrobusiness" brasileiro.** São Paulo, AGROCERES, 1990.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Demanda de fertilizantes 1999-2008.** São Paulo, ANDA, 1999a. 124 p.

Demanda

- regional de fertilizantes 1999-2008: isofretes.** São Paulo, ANDA, 1999b. 20 p.
- BARTL, P.E.; ALBUQUERQUE, P.C.W. Alternativas para reciclagem industrial do fosfogesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2, 1992, Uberaba, MG. *Anais*. São Paulo, IBRAFOS, 1992. p. 67-81.
- BOCHICCHIO, V. R. **Atlas atual: geografia.** São Paulo, Editora Atual, 1999.
- BRASIL. Presidência da República. **Plano Plurianual - PPA 2000/2003.** Brasília, DF, Gráfica do Senado, 2000. 129 p.
- BRUNO, M.A.C. et al. **Conservação de energia na indústria de fertilizantes.** São Paulo, IPT, 1985.
- CARMO, A.J.B. **Tecnologia e competitividade na indústria brasileira de fertilizantes fosfatados.** São Paulo, 1994. 223p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo.
- CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. **Manual econômico da indústria química.** 6. ed. Camaçari, CEPED, 1999.
- CHOKSI, A.M. ; MEERAUS A.; STOUTJESDIJK, A. **The planning of investment programs in the fertilizer industry.** Washington, The World Bank, 1980. v.2.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Projeto semi-árido: proposta de desenvolvimento sustentável da bacia do rio São Francisco e do semi-árido nordestino.** Brasília, CODEVASF, 1996. 60p.
- DAMASCENO, E.C. et al. Recursos minerais de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4., Brasília, 1988. *Anais*. Brasília, IBRAFOS, 1988. p. 77-93.
- ESTEBAN, F. S.; SINTONI, A. Beneficiamento de rochas fosfáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHAS FOSFÁTICAS, 1., Brasília, 1979. *Anais*. Brasília, IBRAFOS, 1979. p.180-94.
- EVANS, W.H. How Fosforita Olinda S.A. process brazilian phosphate. *Engineering and Mining Journal*, New York, v. 160, n. 5, p. 86-93, May 1959.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. **Fertilizer and plant nutrition guide.** Roma, FAO, 1984. (Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin, 9)

- GERVY, R. Le phosphore et la vie. In: LES PHOSPHATES et l'agriculture de France. S.L., s. n., 1970.
- GIAMBIAGI, F. **Perspectivas para a economia brasileira: 1999/2006.** Rio de Janeiro, BNDES, 1999. (Textos para Discussão, n. 74)
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 897-902, 1984.
- HANDBOOK on phosphate fertilization. Paris, ISMA, 1982. 210 p.
- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A. **Estudo de viabilidade técnico-econômica de processamento do fosfato de Itataia: revisão 2.** Rio de Janeiro, Tecplan Consultoria e Planejamento, 1997.
- ISHERWOOD, K.F. **Fertilizer use and the environment.** Paris, IFA/UNEP, 2000. 51 p.
- JORNAL DO BRASIL. Ano CIX, nº 157, p. 14. Indicadores/Conjuntura, 12/09/1999.
- KAHN, H. **Caracterização de matérias-primas minerais associadas a complexos alcalino-carbonatíticos.** São Paulo, 1999. 216 p. /Texto crítico sistematizando parte da obra acadêmica do autor apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para o Concurso de Livre Docência/
- KAHN, H. et al. Caracterização tecnológica do minério residual de fosfato de Angico dos Dias, BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA, 14., Salvador, 1990. *Anais.* São Paulo, ABM, 1990. v.1, p. 196-211.
- KUAE, L.K.N.; BONESIO, M.C.M.; VILLELA, M.C.O. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses.** São Paulo, Serviço de Bibliotecas da EPUSP, 1991.
- KULAIF, Y. **A nova configuração de indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil.** São Paulo, 1997. 220 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LEAL FILHO, L.S., DAMASCENO, E.C., CHAVES, A.P. A evolução do beneficiamento de rocha fosfática no Brasil. *Cadernos IG/UNICAMP*, Campinas, v. 3, n. 2, p. 96-108, 1993.
- LIBERAL, G.S. **Relatório de pesquisa: Processo DNPM 800.218/85.** São Paulo, Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração-CBMM/Mineração Iramaia Ltda, 1989. 98 p.

- LIBERAL, G.S.; CASSOLA, H.L. O depósito de fosfato de Angico dos Dias, BA. Geologia, beneficiamento e aproveitamento econômico. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MINERIA, 2./ CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 3., São Paulo, 1989. **Coletânea de trabalhos técnicos**. Lima, Organismo Latinoamericano de Minería/ Belo Horizonte, Instituto Brasileiro de Mineração, 1989. v.2, p. 266-87.
- LINS, F.A.F.; MONTE, M.B.M. **Caracterização mineralógica e tecnológica do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI): fase 2**. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 11 p. (Relatório Técnico)
- LUZ, A.B.; ALMEIDA, S.L.M. **Manual de usinas de beneficiamento**. Rio de Janeiro, CETEM/CNPq/DNPM/FINEP, 1989. 203 p.
- MELCHER, G.C. **Nota sobre o distrito Alcalino de Jacupiranga, Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, DNPM, 1954. 20p. (Notas Preliminares e Estudos; 84)
- MELCHER, G.C. **O carbonatito de Jacupiranga**. São Paulo: FFCLUSP, 1965. 73 p. (Boletim; 282).
- MENDES, C.M.; OLIVEIRA, L.T.; SILVEIRA, I.L. Termofosfato magnesiano: uma alternativa adequada à agricultura brasileira. **Mensagem Econômica**, Belo Horizonte, n. 301, p. 32-4, 1985.
- MINERAÇÃO DIADEMA LTDA. **Relatório final de pesquisa para minério de fosfato: Processos DNPM 870.434/84, 870.435/84 e 870.436/84**. São Paulo, 1992. v. 1: Texto.
- MONTE, M.B.M. et al. **Caracterização tecnológica e estudo de concentração do minério fosfático primário de Irecê-BA**. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 26 p. (Relatório Técnico, n. 37/99)
- MONTEIRO, M.D. **Projeto fosfato supergênico de Irecê: relatório final**. Salvador, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, 1995.
- NEUMANN, R.; ALCOVER NETO, A. **Caracterização mineralógica e tecnológica do minério fosfático de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI)**. Rio de Janeiro, CETEM, 1999. 26 p. (Relatório Técnico, n. 09/99)
- O EMPREITEIRO. São Paulo, v. 38, n. 378, jun. 2000.
- OLIVEIRA, N.P.; COSTA, M.L. Os fosfatos aluminosos do Pará e do Maranhão: estágio atual de conhecimento e estratégia para aproveitamento econômico. **Ciências da Terra**, Salvador, n. 10, p. 16-9, 1984.

PAULO ABIB ENGENHARIA S.A. **Ensaio de beneficiamento e alternativas de processo para o aproveitamento do fosfato residual de Caracol, BA.** São Paulo, 1987. 85 p.

Estudo de pré-viabilidade técnico-econômica do Projeto Fosfato Angico dos Dias, BA. São Paulo, 1988a. v. 1.

Caracterização tecnológica das tipologias de minério da jazida de fosfato de Angico dos Dias, BA. São Paulo, 1988b.

Estudo de detalhamento do processo de beneficiamento para minério de fosfato supergênico de Irecê-BA. São Paulo, 1993a.

Estudo complementar de detalhamento do processo de beneficiamento para o minério de fosfato supergênico de Irecê: separações magnéticas a seco com amostras de Juazeiro "C" e São Luiz "C". São Paulo, 1993b.

PEREIRA, N.M. **Fosforito no nordeste.** São Paulo, EPUSP, 1970. /Apresentado ao Curso de Pós - Graduação, na disciplina Recursos Minerais do Brasil II/

PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ. **A oferta de alimentos e a demanda de fertilizantes na definição de uma política de desenvolvimento sustentável: relatório executivo.** Rio de Janeiro, s. n., s.d., 1992. 32 p.

PINAZZA, L.A.; ARAÚJO, N.B. **Agricultura na virada do Século XX: visão de agribusiness.** São Paulo, Globo, 1993.

PINHEIRO, H.M. **Sulfato ferroso e amido como reagentes topoquímicos, inativadores de ganga calcárea, na concentração da fluorita, pela flutuação-com-espuma.** São Carlos, 1956. 164 p. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

PLANO nacional de fertilizantes e calcário agrícola. São Paulo, Anda, 1974.

PUBLIFOLHA. **Enciclopédia do mundo contemporâneo.** São Paulo, 1999. 627 p.

RAJASTHAN STATE MINES & MINERALS LTD. **Beneficiation of rock phosphate from Irece, Brazil & suitability of the concentrate for manufacture of fertilisers.** Rajasthan, s.d. 39 p.

- RAPPEL, E., LOIOLA, E. **Estudo da competitividade da indústria brasileira: competitividade da indústria de fertilizantes.** Campinas, MCT/FINEP, 1993. 75 p.
- SILVA, A.B. et al. **Depósito de fosfato em carbonatito do pré-cambriano, Angico dos Dias, BA.** S.L., CBMM, s.d. (Publicação Interna)
- SILVA, A.B. et al. Geologia e petrografia do complexo Angico dos Dias, BA (Bahia/Brasil) : uma associação carbonatítica precambriana. **Geochimica Brasiliensis**, v. 2, n. 1, p. 81-108, 1988.
- SILVA, G.A. Termofosfatos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1., Brasília, 1979. **Anais.** Brasília, IBRAFOS, 1979. p. 36-44
- SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA. **O campo pede passagem.** São Paulo, Takano Editora, 1999. 206 p.
- STONIER, A. W., HAGUE, D. C. **Teoria econômica.** Edição 6, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1970. 648 p.
- TECNOLOGIA moderna para a agricultura. Brasília, IPEA, 1975. v. 2.
- TELLES, A.F.N. **A indústria de fertilizantes químicos no Brasil.** São Paulo, FGV, 1991. 208 p. Tese (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.
- THE FERTILIZER INSTITUTE. **Manual de fertilizantes.** São Paulo, IPT/CEFER, 1980.
- THRUSH, P.W. **A dictionary of mining, mineral, and related terms.** Washington, U.S.B.M., 1968. 1269 p.
- UNITED NATIONS. Industrial Development Organization. **Process technologies for phosphate fertilizers.** New York, 1978. (Development and Transfer of Technology Series; 8).
- UNITED NATIONS. Industrial Development Organization. **Fertilizer manual.** Viena, 1980. (Development and Transfer of Technology Series, 13).
- VASCONCELLOS, F.M. O papel da região Norte-Nordeste. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2., Brasília, 1981. **Anais.** Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 55-60.
- VILLAS BÔAS, R.C. Perspectivas tecnológicas no aproveitamento do fosfogesso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, Brasília, 1981. **Anais.** Brasília, IBRAFOS, 1981. p. 123-139.